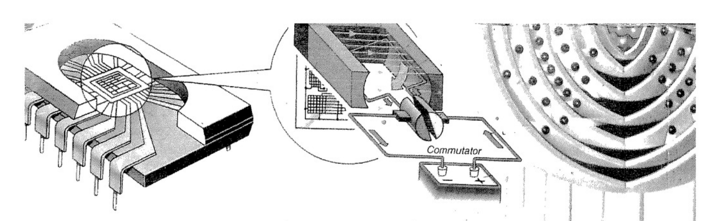


الرغبة الأولى .. هندسة

مدخلك إلى عالم الهندسة

عالم جميل شعاره الدقة والنظام والانضباط اسمه عالم الهندسة

مهندس/ محمد الكردي

الرغـبة الأولى .. هـندسة

مدخلك إلى عالم الهندسة

عالم جميل شعاره الدقة والنظام والانضباط اسمه عالم الهندسة

مهندس
محمد الكردى

مكتبة ابن سينا
للنشر والتوزيع والتصدير
٧٦ شارع محمد فريد - جامع الفتح
النزهة - مصر الجديدة - القاهرة
ت : ٢٤٧٩٨٦٣ - ٢٤٨٩٣٧٢ ف : ٢٤٨٠٤٨٣



وكلاء التوزيع

السعودية

مكتبة الساعي : الرياض ت : ٤٣٥٣٧٦٨ فاكس : ٤٣٥٥٩٤٥ - فرع جدة ت : ٦٥٣٢٠٨٩
القصيم - بريدة ت : ٣٢٣١٤٣٤ - المدينة المنورة ت : ٨٢٤٢٧٧٥ - ص.ب: ٥٠٦٤٩ - ١١٥٣٣ الرياض

المغرب

دار الاعتصام : 35/33 الممر الملكي - الأحباس - الدار البيضاء - ت : 85 42 30
فاكس : 39 45 44 02 212 00

الإمارات

دار الفضيلة : دبي - ديرة - ص. ب : ١٥٧٦٥ - ت : ٦٩٤٩٦٨ - فاكس : ٦٢١٢٧٦

البحرين

دار الحكمة : ص. ب : ٢٣٨٧٥ - هاتف : ٣٣٦٠٣٢

الجماهيرية العربية الليبية

دار الفرجاني : ص. ب : ١٣٢ - هاتف : ٤٤٨٧٣ - ٦٠٤٤٣١ طرابلس - الجماهيرية العربية الليبية

فلسطين

مكتبة اليازجي : غزة - شارع الوحدة - فاكس : ٨٦٧٠٩٩ - ت : ٨٦١٨٩٢

اليمن

مكتبة العامرية للنشر والتوزيع : صنعاء - الخط الدائري الغربي
ص. ب : ١٤٤٦٦ - ت : ٢٧٧١٦٨ فاكس : ٢٦٧٢٦١

الأردن

مؤسسة دار المعرفة للتوزيع : العبدلي - شارع الملك حسين
هاتف وفاكس : ٤٦٥٤٦٩٢ ص. ب : ٨٤٠٢٤٥ عمان ١١١٨٤ الأردن

مقدمة

عزيزى القارئ : ـ

إن الهندسة هى انطلاقة فى عالم المعرفة بحثًا عن حل لمشكلة أو استيفاء لحاجة يريدها الإنسان ، وخلال هذه الانطلاقة فإن الأفكار تتدفق واحدة تلو الأخرى ويصبح دور المهندس هنا هو البحث عن الحل الأمثل والتصميم الأفضل .

والحل الأمثل هو الأكثر راحة وأمانًا وفاعلية فى أداء الوظيفة المطلوبة ، كذلك هو الأخف وزناً والأقل سعراً والأكثر جاذبية وجمالاً وهذه كلها عناصر التصميم الهندسى . ولا تعتقد أن هذه هى نهاية السلسلة فإن لنا فى كل يوم مطلبًا جديدًا مثلاً سيارة الأمس التى كانت لا تتمتع إلا ربما بمقعد وثير وسرعة لا تقارن إلا بالعربات التى تجرها الخيول تختلف تمامًا عن سيارة اليوم التى تنقلك فى جوّ مكيف الهواء بعيدًا عن العوامل الجوية المختلفة من حرارة ورطوبة ، ملئ بالروائح الطيبة بدلا من رائحة البنزين والزيت التى كانت السيارة القديمة حافلة بها !

كذلك فإن ارتفاع الحس الإنسانى فى العصر الحديث زاد من التزاماته نحو البيئة المحيطة . وهكذا فإن ذلك يزيد من مسئولية المهندس عند تصميم منشأة

أو معدة جديدة ، إذ لابد له ألا يلوث البيئة ، ولابــد أن يقتصـد مـا أمكـن فـى استخدام الموارد الطبيعية لأن مواردنا على الأرض محدودة .

إن الهندسة لوحة جميلة تجد فى خلفيتها النظام والدقة والانضبــاط وتجـد فى ألوانها المنطق يأتى فى المقدمة لأن لغة الرياضة لا تقبل الجدل عـادة . هـذه الرحلة الجديدة تتحرك بك إلى حيث يفكر مهندسو الإنشاءات والإلكترونيات والميكانيكا والكهرباء ، وهى فكرة عابرة تكوِّن لديك قاعدة علمية معقولـة عـن عالم المهندسين ، تستطيع أن تبنى عليها قرارك عنـد الاختيـار ــ فـهل أنـت مستعد لهذه الرحلة ؟

المؤلف

الوحدة الأولى

النظام الدولى للقياس SI

تعنى SI بالفرنسية système Internationale ومعناها النظام الدولى الذى يختص بوحدات القياس الطبيعية الأساسية التى تستخدم فى العلوم والتكنولوجيا . وهذه الوحدات الأساسية تسع يبينها الجدول التالى :

الكمية الطبيعية	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
الطول	metre	m (م)
الكتلة	kilogram	kg (كجم)
الزمن	second	s (ث)
الزاوية المستوية	radian	rad (د)
كمية المادة	mole	mol
شدة التيار الكهربى	ampere	A
شدة الإضاءة	candela	cd
الزاوية المجسمة	steradian	sr
درجة الحرارة الثرموديناميكية	kelvin	k

وتسمى باقى الوحدات التى تستخدم فى العلوم الطبيعية بالوحدات المشتقة ذلك لأنها تتكون من تركيب الوحدت السابقة فمثلاً :

– **الحجم** : يقاس بالمتر المكعب فوحدته هى م^{٣}

– **الكثافة** : هى كتلة وحدة الحجوم ووحدتها كجم/م^{٣}

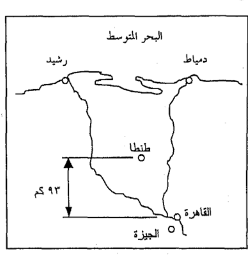
– **السرعة** هى المسافة المقطوعة فى وحدة الزمن ووحدتها م/ث وهكذا . جدير بالذكر أن تلك الوحدات الطبيعية قد تكون غير ملائمة إذا ما استخدمنا كميات

كبيرة جدًا أو صغيرة جدًا منها . ومن هنا نشأت الحاجة إلى مضاعفات أو أجـزاء من هذه الوحدات الطبيعية . فمثلاً قد يكون من الأنسب أن نصف خطوة قـلاووظ بـ ١,٢٥ مم بـدلاً مـن ٠,٠٠١٢٥ م أو نسـتخدم ٠,٠٠١أمبـير بـدلاً مـن أمبـير إذا علمنا أن ٥ أمبير فقط يحتاجها مترو كهربى يسير على القضبان .

● المضاعفات :

لتتناول الآن المضاعفات والأجزاء لبعض الوحدات الشائعة .

فى الخريطة المبينة يبلغ طـول الطريـق من القـاهرة إلى طنطـا حـوالى ٩٣٠٠٠ مـتر تقريباً . مثل هذه المسافات الطويلة يكـون من الأنسب استخدام الكليـو مـترات بـدلاً من الأمتار وبهذا تصبـح المسـافة ٩٣ كليـو متراً . والمقطع « كيلو » يساوى ١٠٠٠ ، فمثـلاً كيلـو جـرام يسـاوى ١٠٠٠ جـم ، وكيلـو مـتر يسـاوى ١٠٠٠ مـتر وهكــذا .

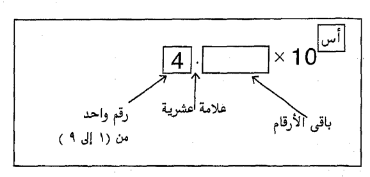


ويبين الجدول التالى المضاعفات الشائعة :

المقطع	الرمز	المضاعف
deca-	da	10^1 (x 10)
hecto-	h	10^2 (x 100)
kilo-	k	10^3 (x 1000)
mega-	M	10^6 (x 1000 000)
gega-	G	10^9 (x 1000 000 000)
tera-	T	10^{12} (x 1000 000 000 000)

ولا يهمنا فى الآونة الحالية المضاعفات الكبيرة جداً والتى تسـتعمل عـادة فـى هندسة الإلكترونيات وحسـاب الإجـهادات . وعمومـاً فإنـه يمكننـا كتابـة الرقـم

٢٥٠٠ على الصورة ٢,٥ × ١٠^٣ وكذلك الرقم ٢٥٠٠,٠٠٠ على الصورة ٢,٥ × ١٠^٦ أو 2.5×10^6 وهذه ما نسميها بالصورة القياسية لكتابة الأرقام وتتكون من الآتى :



• الأجزاء :

أحياناً تكون الكميات صغيرة جدًا بحيث تصبح الوحدات الطبيعية أكبر من اللازم ، مثلاً إذا أردنا قياس سمك لوح معدنى فقد يكون من الأفضل كتابتها على الصورة ٠,٣ مم بدلاً ٣ ٠٠٠٠ م . وهنا استخدمنا المقطع « مللى » ويعنى جزءًا من الألف . ويبين الجدول التالى الأجزاء المختلفة :

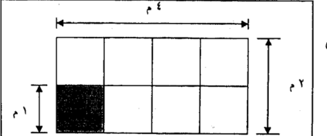
المقطع	الرمز	الجزء
deci-	d	10^{-1} (x 0.1)
centi-	c	10^{-2} (x 0.01)
milli-	m	10^{-3}(x 0.001)
micro-	u	10^{-6}(x 0.000 001)
nano-	n	10^{-9}(x 0.000 000 001)
pico-	p	10^{-12}(x 0.000 000 000 00 1)
femto-	f	10^{-15}(x 0.000 000 000 000 00 1)
atto-	a	10^{-18} (x 0.000 000 000000 000 00 1)

وكما قلنا سابقاً فإنه لا يهمنا الوحدات أو الأجزاء المتناهية فى الصغر فهى تستخدم فى مجال الإلكترونيات وهندسة الاتصالات .

• الوحدات المشتقة :

وهى الوحدات التى تشتق من الوحدات الطبيعية الأساسية التى ذكرناها عن طريق الضرب أو القسمة .

* الشكل المبين يمثل أرضية غرفة والمطلوب إيجاد مساحتها وذلك بضرب الطول فى العرض كالآتى :



المساحة = الطول × العرض

= ٤ م × ٢ م

= ٤ × ٢ × م × م

= ٨ م × م = ٨ م^{٢}

ومعنى ذلك ثمانية مربعات كل منها مساحته ١ م^{٢} . وكان من الممكن استخدام المليمتر والمليميتر المربع أو الكيلو متر والكيلو متر المربع إلا أنه فى هذه الحالة من المناسب استخدام المتر والمتر والمربع ولأننا ضربنا وحدتين أساسيتين فى بعضهما (م × م) فإن النتيجة (م^{٢}) تسمى وحدة مشتقة . ونفس المبدأ ينطبق على وحدة الحجوم . فمثلاً عند حساب حجم غرفة قاعدتها ٣٠ مترًا مربعًا وارتفاعها ٣ أمتار فإن الحجم هو :

الحجم = مساحة القاعدة × الارتفاع

= ٣٠ م^{٢} × ٣ م

= ٩٠ م^{٣}

وهكذا يتبقى لدينا وحدة جديدة هى الـ م^{٣} وهى ناتج ضرب وحدة أساسية (م) ثلاث مرات .

بالمثل فإن السرعة = $\frac{\text{المسافة (م)}}{\text{الزمن (ث)}}$ = متر/ثانية (أو م/ث أو م ث$^{-١}$)

وبالتالى فإن (م/ث) هى وحدة مشتقة تناسب السرعة ، أما معدل تغير السرعة نفسها مع الزمن وهو ما نسميه بالعجلة فهو يساوى :

العجلة = $\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$ = $\frac{\text{م/ث}}{\text{ث}}$ = م/ث^{٢} أو م ث$^{-٢}$

كذلك يمكن اشتقاق وحدة القوة وهى التى تساوى = الكتلة × العجلة كالآتى :

القوة (نيوتن) = الكتلة (كجم) × العجلة (م/ث٢) = كجم . م /ث٢

وهى التى استنتجها العالم إسحق نيوتن . ويبين الجدول التالى بعض الوحدات المشتقة الشائعة :

الكمية	الرمز	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
المساحة	A	square metre	(م٢) m^2
الحجم	V	cubic metre	(م٣) m^3
الوزن	W	newton	(نيوتن) N
القوة	F	newton	(نيوتن) N
الكثافة	I	Kilogram per cubic metre	(كجم/م٣) Kg/m^3
الطاقة	Q	Joule	(جول) J
القدرة	P	watt	(وات) W
السرعة	V	metre per second	(م/ث) m /s
العجلة	a	metre per second squared	(م/ث٢) m/s^2
الطاقة الكهربية	U	volt	(فولث) V
القوة الدافعة الكهربية	E	volt	(فولت) V
المقاومة الكهربية	R	ohm	(أوميجا) Ω
المقاومة النوعية	ρ	ohm - metre	(أوميجا . متر) Ω m

وإليك بعض القواعد التى يجب اتباعها عند استخدام الرموز والوحدات بطريقة صحيحة فى المراجع العلمية :

- أن رمز الكمية الطبيعية يظهر باللاتينية وبخط مائل (italic) .
- أن رمز وحدة القياس يظهر قائمًا دائمًا .
- إذا كان رمز الوحدة يعود إلى مكتشفه فإنه يكون حرفًا عاليًا (capital) .

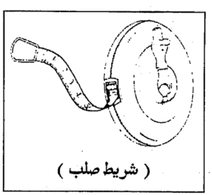
مثلاً فإن جيمس وات James Watt هو الذى أوجد وحدات القدرة وهى المعروفة بالوات ورمزها (W) كما يظهر فى الجدول السابق . كذلك فإن وحدة قياس الحث المغناطيسى هى الصغرى ورمزها (H) ووحدة قياس الذبذبات هى الهرتز (Hz) .

• القياس :

حينما نقول بأن طول غرفة ما هو ثلاثة أمتار فإننا فى الواقع نواجه سؤالين :

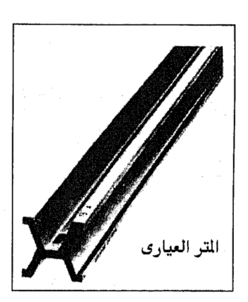
الأول : كيف عرفنا أن طول الغرفة هو ثلاثة أمتار ؟

والثانى : ما هو طول المتر نفسه ؟



(شريط صلب)

وإجابة السؤال الأول هى أننا قارنا طول الغرفة بمقياس على شريط قياس صلب كالمبين . وفى الواقع فإن كل القياسات التى نجريها تتم بمقارنة بعد أو خاصية بمقياس معروف ، ولهذا فالقياس هو بالضبط عملية مقارنة .



المتر العيارى

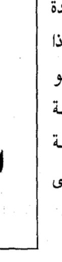
أما الإجابة على السؤال الثانى فإن طول المتر القياسى الدولى (المتر العيارى) هو المسافة بين خطين عموديين على الحد الأفقى لعمود من البلاتين والإيريديوم محفوظ فى المكتب الدولى للأوزان والمقاييس فى باريس وصورته هى المبينة أمامك ومع ذلك فإنه لاعتبارات علمية وقياسات فنية لم يعد هذا العمود رقيقاً بدرجة كافية وبالتالى فإن المتر العيارى الدولى أعيد تعريفه ليكون « **طول المسافة التى يقطعها شعاع الليزر فى واحد على ٢٩٩٧٩٢٥٦٨ من الثانية** » . والليزر المستخدم فى هذا المقياس معرف بمنتهى الدقة بالإضافة إلى ظروف استخدامه .

وبالطبع فنحن لا نتوقع أن يكون شريط القياس الصلب قد تم فحصه بهذا القياس الدقيق ، ولكن بالضرورة قد تم فحصه على مقياس عيارى خضع بدوره للفحص بمقياس الليزر . ومن ناحية أخرى فإن مقياس البلاتين والإيريديوم لا يمكن نسخه أو إحلاله ، كما لا يمكن قياسه بدقة كافية لمتطلبات اليوم فضلاً عن عدم استقراره وذلك للتغيرات التى تعتريه مع الوقت .

أما مقياس الليزر فإنه يمكن نسخه فى عدة أماكن ومراكز من العالم كما يمكن إحلاله بجهاز آخر لو أنه تلف لأى سبب دون فقد أى دقة فيه : ومن هنا فباستطاعة المصنّعين معايرة أجهزة قياسهم ومنتجاتهم بالرجوع إلى هذه المراكز بسهولة .

• الكتلة :

الكتلة هى ما يحتويه أى جسم من مادة وتعتمد على عدد وحجم الذرات فى هذا الجسم والوحدة الأساسية لقياسها هى الكليو جرام . والكيلو جرام العيارى هو كتلة أسطوانة من البلاتين والإيريديوم محفوظة فى المكتب الدولى للأوزان والمقاييس فى باريس وصورته هى التى تظهر فى الشكل .


الكيلو جرام العيارى

• الزمن :

وحدته هى الثانية وهى جزء من العام ١٩٠٠ ، وبكل أسف فإنه لا يمكننا العودة إلى هذا العام لاختبار ما إذا كانت هذه القيمة صحيحة أو لا .

أما التعريف الحديث للثانية فهى « **الزمن الذى يستغرقه عدد محدود من دورات الإشعاعات الكهرومغناطيسية الترددية المنتظمة والصادرة من النظير المشع سيزيوم ١٣٣** » وهكذا فإن أى مقياس للوقت يمكن معايرته نسبة إلى مقياس يتم معايرته على الساعة الذرية التى وصفناها .

اختبر معلوماتك

* اختر الإجابة الصحيحة مما يلى :

(١) عند تحويل ١,٤ كم إلى م فإن النتيجة هى :

أ ـ ١٤٠٠٠ م　　　ب ـ ١٤٠٠ م

جـ ـ ١٤٠ م　　　د ـ ١٤٠٠٠٠ م

(٢) ٥١٠٠٠ جم إلى كجم :

أ ـ ٥١٠ كجم　　　ب ـ ٥,١ كجم

جـ ـ ٥١ كجم　　　د ـ ٠,٥١ كجم

(٣) ٩,٤ × ١٠$^{-٨}$ ثانية إلى ميكرو ثانية :

أ ـ ٩,٤ × ١٠$^{-٢}$ ميكرو ثانية　　　ب ـ ٩٤٠ ميكرو ثانية

جـ ـ ٩,٤ × ١٠$^{-١٤}$ ميكرو ثانية　　　د ـ ٩٤ ميكرو ثانية

تذكر أنه عند التحويل إلى وحدة أصغر فإننا نضرب فى معامل معيّن والكمية الناتجة تكون أكبر والعكس صحيح ، فمثلاً عند تحويل ٥ كجم إلى جم فالنتيجة هى : ٥ × ١٠٠٠ = ٥٠٠٠ جم

(٤) تتكون الكمية الطبيعية من :

أ ـ عدد　　　ب ـ وحدة

جـ ـ عدد × وحدة قياس　　　د ـ عدد مقسوم على وحدة قياس

(٥) وحدة القياس الأساسية للطول هى :

أ ـ ميلليمتر　　　ب ـ سنتيمتر

جـ ـ كيلو متر　　　د ـ متر

(٦) وحدة القياس الأساسية للكتلة هى :

أ ـ جم　　　　ب ـ نيوتن

جـ ـ كيلو جرام　　　　د ـ طن

(٧) وحدة الزمن الأساسية هى :

أ ـ ثانية　　　　ب ـ دقيقة

جـ ـ ساعة　　　　د ـ سنة فلكية

(٨) المقطع -kilo (K) قبل الوحدة يعنى مضاعف قدره :

أ ـ ١٠　　　　ب ـ $١٠^{٣}$

جـ ـ $١٠^{٦}$　　　　د ـ $١٠^{٩}$

(٩) مساحة المستطيل المبين هى :

أ ـ ١٨٠٠ مم　　　　ب ـ ١٨٠٠ $مم^{٢}$

جـ ـ ١٨٠٠ $م^{٣}$　　　　د ـ ١,٨ م

٣٠ مم

٦٠ مم

(١٠) معامل مضاعف = $١٠^{٦}$ هو نفسه

أ ـ × ١٠٠٠　　　　ب ـ × ٦٠٠٠

جـ ـ × ٦٠٠٠٠٠٠　　　　د ـ × ١٠٠٠٠٠٠

(١١) معامل = $١٠^{-٣}$ هو نفسه

أ ـ × ٠,٠٠١　　　　ب ـ × ٠,٠٠٣

جـ ـ × ٠,٠٠١　　　　د ـ × ٠,٠٠٣

(١٢) ١٥ مم تساوى :

أ ـ ٠,٠٠٠١٥ م　　　　ب ـ ٠,٠١٥م

جـ ـ ٠,١٥ م　　　　د ـ ١,٥ م .

(١٣) رمز الطول هو

أ ـ m　　　　ب ـ *m*

جـ ـ l　　　　د ـ *l*

(١٤) قضيب مساحة مقطعه = ١٠ مم^{٢} وطوله ١ م يكون حجمه :

أ ـ ١٠ مم^{٣} ب ـ ١٠٠ مم^{٣}

جـ ـ ١٠٠٠ مم^{٣} د ـ ١٠,٠٠٠ مم^{٣}

(١٥) جسم يقطع ١٥م فى ثلاث ثوان تكون سرعته :

أ ـ ٥ م/ث ب ـ ٤٥ م/ث

جـ ـ ٥ م . ث د ـ ٤٥ م/ث^{٢}

(١٦) سيارة تسير بسرعة ٦٠ كم/ساعة تساوى فى سرعتها دراجة نارية تسير بسرعة :

أ ـ ٦٠٠ م/دقيقة ب ـ ١٠٠٠ م/دقيقة

جـ ـ ٣٦٠٠ م/دقيقة د ـ ٦٠٠٠ م/دقيقة

(١٧) السيارة التى تزيد سرعتها بانتظام :

أ ـ تحتفظ بسرعة ثابتة ب ـ واقفة

جـ ـ تسير بعجلة تزايدية د ـ تسير بعجلة تناقصية .

(١٨) معادلة حساب سرعة أى جسم هى :

أ ـ السرعة = المسافة × الزمن ب ـ السرعة = المسافة ÷ الزمن

جـ ـ السرعة = الزمن ÷ المسافة د ـ السرعة = المسافة × الزمن^{٢}

وكما أن لغة الرياضيات الحرف « k » يعنى ألف من أى وحدة ، مثــلاً kg (ألف جم) فإنه فى اللغة العامية يحمل المعنى نفسه ، فيقــال أن هـذا الموظـف يتقاضى 10 K بمعنى ١٠,٠٠٠ جنيه وهكذا . والآن سوف نذكر بعض الأحــداث التى تستخدم مضاعفات وأجزاء الزمن من الحياة العلمية .

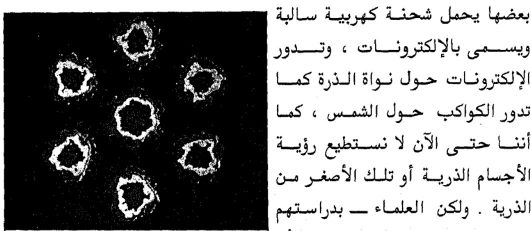
الزمن التقريبى (ثانية)	الحـدث
$١٠^{١٨}$	العمر المتوقع للشمس
$١٠^{١٧}$	عمر الأرض
$١٠^{١٥}$	الزمن منذ ظهور الديناصورات على وجه الأرض
$١٠^{١٣}$	الزمن منذ ظهور الإنسان الأول على الأرض
$١٠^{١٠}$	الزمن منذ عاش أسحق نيوتن
$١٠^{٩}$	متوسط عمر الإنسان
$١٠^{٧}$	زمن فصل دراسى
$١٠^{٥}$	يوم واحد
$١٠^{صفر} = ١$	ثانية واحدة
$١٠^{-٢}$	الزمن اللازم حتى يعبر الصوت حجرة
$١٠^{-٧}$	الزمن اللازم حتى يعبر إلكترون أنبوبة تليفزيون
$١٠^{-٨}$	الزمن اللازم حتى يعبر الضوء حجرة
$١٠^{-١١}$	الزمن اللازم حتى يعبر الضوء عدسة نظارة
$١٠^{-٢٢}$	الزمن الذى تستغرقه بعض الحوادث داخل الذرة

الوحدة الثانية

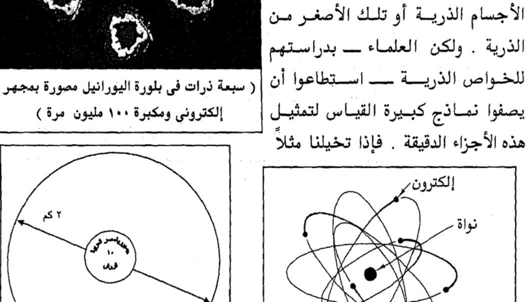
تركيب المادة

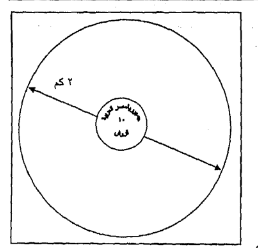
• الــذرة :

هى جزء صغير من المادة ، وحتى يمكن تصور حجمها فإن نقطــة مكتوبــة بالحبر تـحتوى عــلى ١٢١٠ ذرة كما تحتوى الذرة عــلى أجــزاء أصغر منها ، بعضها يحمل شحنــة كهربيــة سـالبة ويســـمى بالإلكترونـــات ، وتـــدور الإلكترونـات حـول نـواة الـذرة كمــا تدور الكواكب حــول الشمــس ، كمــا أننــا حتــى الآن لا نســتطيع رؤيــة الأجسام الذريــة أو تلـك الأصغـر مـن الذرية . ولكن العلمـاء ــ بدراسـتهم للخـواص الذريـــة ـــ اســتطاعوا أن يصفوا نمــاذج كبـيرة القيـاس لتمثيـل هذه الأجزاء الدقيقة . فإذا تخيلنا مثلاً

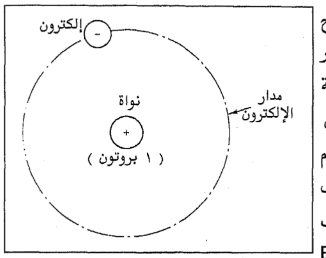


(سبعة ذرات فى بلورة اليورانيل مصورة بمجهر إلكترونى ومكبرة ١٠٠ مليون مرة)



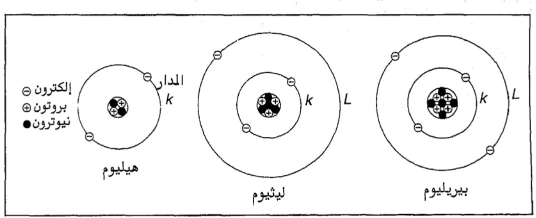


أن النواة قد كبرت حتى صارت فـى حجـم العملـة ذات العشـرة قـروش فـإن الإلكترونات تدور فى أفلاك حول النواة تشكل غلافاً على بعد ٢ كم مـن مركـز هـذه العملة ، وعلى هذا البعد يظل حجم الإلكترونيات فى حجم النقاط الصغيرة .



من الصعب أيضاً رسم نمـوذج للـذرات لأن الإلكترونيـات تـدور حول النـواة فـى سحابة كرويـة ذات أبعاد ثلاثة ، ويبين الشكل صفحـة ١٧ يمـين محاولـة لرسـم الإلكترونيـات وهـى تـدور حـول النـواة إلا أننا للسـهولة سـوف نسـتخدم نمـوذج بوهـر Bohr الذى يجعل الإلكترونات والنواة تظهر فى مستوى واحد فمثلاً ذرة الـهيدروجين وهى أبسط الذرات تتكون مـن إلكترون واحد وتبدو كما فى الشكل المقابل .

وتمثـل الأشكـال بأسـفل عـدة ذرات مختلفـة باسـتخدام نمـوذج Bohr . لاحـظ المـدارات المختلفـة التـى تـدور فيـها الإلكترونيـات والتـى يرمـز لـهـا بالحروف . . . , K , L , m كلما ابتعدت عن نواة الذرة . كما أن كتلة الذرة تزداد كلما زاد عدد البروتونات والنيوترونات .



وإذا نظرت بدقة إلى الأشكال السابقة فسوف تلاحظ الآتى :

ــ أن عدد الإلكترونات يساوى عدد البروتونات .

ــ أن عدد النيوترونات لا علاقة له بعدد الإلكترونيات أو البروتونات .

والآن لنتناول أجزاء الذرة بشيء من التفصيل .

• الإلكترونات :

هى جسيمات صغيرة تحمل شحنة سالبة وتدور حول النواة ، وهى تساوى فى عددها البروتونات فى النواة .

• النواة :

هى قلب الذرة وتحتوى على بروتونات ونيوترونات ، ولما كان الإلكترون من الصفر بحيث يمكن إهماله فإن كتلة الذرة تعتبر مجموع الكتل الذرية للبروتونات والنيوترونات فى النواة .

• البروتونات :

هى جسيمات داخل النواة تحمل شحنات موجبة وكتلتها تساوى ١٨٠٠ مرة كتلة الإلكترونات (كتلة البروتون = ١٨٠٠ كتلة الإلكترون) .

• النيوترونات :

هى جسيمات تساوى فى كتلتها كتلة البروتون (كتلة النيوترون = كتلة البروتون) ولا تحمل شحنات كهربية فهى تؤثر على كتلة الذرة ولا تتدخل فى تفاعلاتها .

وكما ذكرنا فإن الإلكترونات ، تدور حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس . وفى النظام الشمسى فإن الكواكب تحتفظ بدورانها فى نفس الأفلاك من خلال قوى الجاذبية ، أما فى الذرة فإن الإلكترونات تحتفظ بمداراتها من خلال القوى الكهروستاتيكية ، وهذه القوى تخضع للقاعدة التالية :

ــ الشحنات الموجبة تتنافر مع الأخرى الموجبة وكذلك الشحنات السالبة تتنافر مع السالبة

ـ تتجاذب الشحنات السالبة مع الشحنات الموجبة والعكس . وهكذا فإن الإلكترونات تتجاذب مع البروتونات الموجبة داخل النواة ، بينما دورانها السريع فى مداراتها يدفعها خارج هذه المدارات . وقوى الاندفاع للخارج تتعادل مع قوة التجاذب للداخل وبالتالى فهى تحتفظ بمداراتها وطبقاً لهذا الوضع فإن الذرة تعتبر متعادلة كهربياً حيث أن عدد الإلكترونات يساوى عدد البروتونات . ولكن يحدث أحياناً أن تفقد الذرة أو تكتسب إلكترونات من خارجها وهنا يختل هذا التوازن وتتحول الذرة إلى ما يسمى « الأيون » .

• الأيونات :

هى ذرات فقدت أو اكتسبت بعض الإلكترونات .

- إذا فقدت الذرة إلكترونات تصبح موجبة كهربياً حيث أن عدد البروتونات الموجبة أصبح أكبر من عدد الإلكترونات السالبة ، وهكذا تسمى الذرة فى هذه الحالة « أيون موجب » .

- إذا اكتسبت الذرة إلكترونات تصبح سالبة كهربياً حيث أن عدد الإلكترونات السالبة أكبر من عدد البروتونات الموجبة فى النواة . وهكذا تسمى فى هذه الحالة « أيون سالب » ، وهناك بعض الذرات تتغير كتلتها دون أن تتغير خصائصها الكيميائية ، وهذه الذرات تسمى **نظائر** .

• النظائر :

هى ذرات تختلف فقط فى عدد النيوترونات ، ولما كانت النيوترونات لا تحمل أى شحنة فإن عدد الإلكترونات فى النظائر لا يتغير وبالتالى فإن الخصائص الكيميائية للنظائر لا تتغير . ويقودنا هذا إلى تعريف جديد هو « الكتلة الذرية » التى تتميز بما يلى :

ـ لا يتغير عدد البروتونات الموجودة فى أى عنصر وهى التى تحدد لنا **العدد الذرى** لهذا العنصر .

ـ عدد النيوترونات فى الذرة يمكن أن يتغير وبالتالى فإن **الكتلة الذرية** يمكن أن تتغير .

ـ الوزن الحقيقى للذرة صغير جداً ، فذرة البريليوم يبلغ وزنها $1,5 \times 10^{-23}$ جم (٢٢ صفراً قبل الواحد) .

ـ هذه الكمية أصغر من اللازم للاستخدام العلمى وبالتالى فإننا نستبدلها بمقياس خاص وهذا المقياس يقارن بين كتلة هذه الذرة وكتلة ذرة الكربون (ك ١٢) . والنظير ك ١٢ يحتوى فى نواته ٦ بروتون و٦ نيوترون .

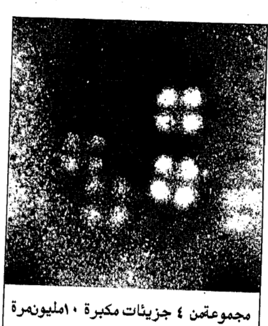
ـ باستخدام ذلك المقياس يمكن كتابة ذرة الفضة على الشكل $_{47}^{108}Ag$ وهذا معناه أن ذرة الفضة تبلغ كتلتها النسبية ٩ أضعاف ذرة الكربون ١٢ (١٢ × ٩ = ١٠٨) باستخدام نفس المقاس .

ـ العدد الذرى لذرة الفضة هو الرقم الأسفل (٤٧) وهذا يعنى أنها تحتوى على ٤٧ بروتونًا فى نواتها .

ـ عدد النيوترونات فى النواة هو فى الواقع الفارق بين ١٠٨ و٤٧ وهو ١٠٨ - ٤٧ = ٦١ نيوترون .

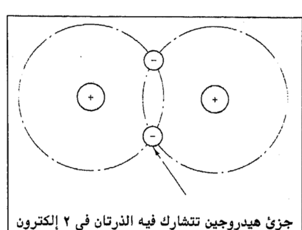
• الجزيئات :

باستثناء الغازات الخاملة مثل النيون الذى يستخدم فى لمبات الإضاءة والأرجون الذى يستخدم كغشاء واق لبعض عمليات اللحام فإن الذرات نادرًا ما توجد بمفردها . وفى الغالب فإن تلك الذرات تتشارك مع أخرى فى مجموعات صغيرة . فذرتا الهيدروجين المبينتان فى الشكل تشتركان معاً بإلكترون واحد لكل منهما ، وهكذا يكونان جزئ هيدروجين أما الشكل الثانى فى الصفحة التالية

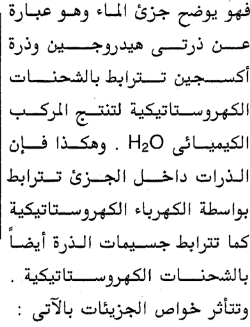


مجموعة من ٤ جزيئات مكبرة ١٠ مليون مرة

فهو يوضح جزئ الماء وهو عبارة عن ذرتى هيدروجين وذرة أكسجين تترابط بالشحنات الكهروستاتيكية لتنتج المركب الكيميائى H_2O . وهكذا فإن الذرات داخل الجزئ تترابط بواسطة الكهرباء الكهروستاتيكية كما تترابط جسيمات الذرة أيضاً بالشحنات الكهروستاتيكية .



جزئ هيدروجين تتشارك فيه الذرتان فى ٢ إلكترون



جزئ الماء

وتتأثر خواص الجزيئات بالآتى :

ــ نوع الذرات الداخلة فى الجزئ

ــ الطريقة التى تترابط بها الذرات معاً .

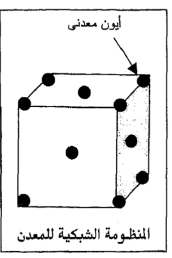
ــ عدد الذرات فى الجزئ (حجم الجزئ) .

ويحتوى الجزئ الكبير على عدة ذرات وبالتالى عدة ربطات مما يجعلها أكثر صلادة وهشاشة ، وهذا الجزئ نسميه ماكرو جزئ .

والماكرو جزئ يتميز بدرجة انصهار عالية وكذلك درجة غليان عالية ، كذلك فهو عازل جيد للكهرباء وعادةما يتكون من ذرات لامعدنية (لا فلزية) ولا يذوب فى الماء .

• الرباط المعدنى Metallic bond :

هو رباط يتكون فقط بين الذرات المعدنية لنفس العنصر . فالذرات تفقد إلكتروناتها متحولة إلى أيونات ، كذلك فإن المعادن لا تكون جزيئات وإنما تنظم أيونات المعدن نفسها فى هيئة بنية هندسية شبكية كبيرة Lattice structure ذات أبعاد ثلاثية . وهذا الرباط الأيونى داخل البنية الشكلية هو الذى يعطى المعدن خواصه الآتية :



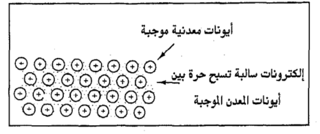
ـ تتشكل المعادن وتنثنى وتتخذ أشكالاً معقدة فى الحالة الصلبة .

ـ توصل المعادن الحرارة والكهرباء .

ـ تتميز المعادن بسطح لامع عند قطعها حديثاً .

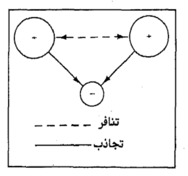
يبين الشكل البنية أو المنظومة الشبكية ذات الأبعاد الثلاثية إذا نظرنا إلى هذه البنية من خلال الميكروسكوب .

كما يوضح الشكل المقابل الوضع السائد فى الذرات المعدنية .



فالذرات المعدنية تفقد إلكترونًا أو أكثر وهكذا تتحول إلى أيونات موجبة ، بينما تسبح هذه الأيونات المفقودة بين الأيونات الموجبة بحرية ، وهذه الحركة هامة جداً لافتعال التيار الكهربى خلال المعدن الموصل .

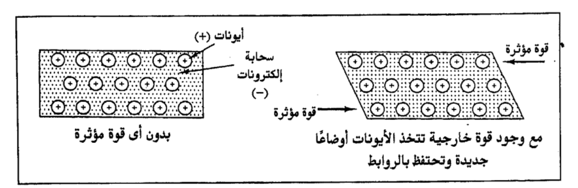
ويتميز الرباط المعدنى بالآتى :



ـ كما فى الشكل المقابل فإن الأيونات الموجبة (الدوائر ذات علامة +) تتنافر مع بعضها البعض وبالتالى فهى تحت تأثير قوة تباعد .

ـ تتجاذب الإلكترونات السالبة إلى الأيونات الموجبة وبالتالى فهى تحت تأثير قوة تقارب . لكن الإلكترون لا يحتفظ بمكان داخل البنية الشبكية .

ـ قوى التجاذب هى دائماً أكبر من قوى التنافر نظراً لقرب الأيونات من الإلكترون وابتعادها عن بعضها البعض وهى التى تحفظ الأيونات فى موقعها بالبنية .



عند ثنـى المعـدن أو تشكيلـه تـنزلق طبقـات أيونـات فـوق بعضـها دون أن تنكسر البنية الشبكية وفى نفـس الوقـت فـإن الأيونـات وقـد اتخـذت موقعـاً جديداً تكون رباطاً معدنياً جديداً مـع أقـرب الإلكترونـات السـابحة وبـهذا لا تتغير خواص المعدن الأساسية بينما يتغير شكله .

• العناصر والمركبات والمخاليط :

• العناصر :

هى مـواد تحتـوى علـى نـوع واحـد مـن الـذرات ، فالنحـاس والألومنيـوم والحديد النقى هى عناصر لأنها لا تحتوى على أى مـواد أخـرى بداخلـها . أما ملح الطعام (كلوريد الصوديـوم) فـهو ليـس بعنصـر لأن كـل جـزئ منـه يحتوى على ذرات من معدن الصوديوم وغاز الكلور .

• المركبات :

تتكون من نوعين أو أكثر من الذرات المندمجـة معـاً خـلال التفـاعل الكيميـائى ، وهكذا فملح الطعام يعتبر مركبًا . وتخضع المركبات للقواعد التالية :

ـ عند تكون مركب فإنه تندمج المواد المكونة له معاً وينتج عـن ذلـك مـادة جديدة تمامًا تختلف فى خصائصها عن هذه المكونات .

ـ تخرج الحرارة (وأحياناً تمتص الحرارة) أثناء التفاعل الكيميائى .

ـ يمكن حل مكونات المركـب إلى وضعـها الأصلـى بالتفـاعل الكيميـائى أو الكهروكيميائى .

ـ تتميز المركبات بنقاط انصهار وغليان ثابتة .
ـ توجد مكونات المركب بنفس النسب دائماً فى هذا المركب .

• **مثال : ـ**

يعتبر الماء مركب مكون عند احتراق غاز الـهيدروجين فى غاز الأكسجين . وهذا الاتحاد ينتج من تفاعل كيميائى نظرًا للآتى :

ـ عند احتراق الـهيدروجين وغاز الأكسجين تنتج حرارة .
ـ المادة الناتجة (الماء) تختلف فى خصائصها عن المكونات الأصلية ، فالـهيدروجين والأكسجين كلاهما غاز أما الماء فهو سائل ، كذلك فالـهيدروجين يحترق والماء لا يحترق ، بينما يساعد الأكسجين على الاحتراق بينما الماء يطفئ النار .
ـ يمكن تحويل الماء مرة أخرى إلى هيدروجين و٨٠ جم أكسجين .

• **المخاليط :**

هى عبارة عن مجرد اختلاط لمواد مختلفة دون أى تفاعل كيميائى فى الأحوال العادية ، ويتميز المخلوط بالآتى :

ـ لا تتفاعل مكونات المخلوط ولا تتكون مواد جديدة ، فلا تتفاعل مثلاً مكونات قضبان الألعاب النارية حتى تشتعل بالتسخين .
ـ تتميز خواص المخلوط بأنها خليط من خواص المواد المكونة له .
ـ لا تكتسب أو تفقد حرارة عند خلط المكونات معاً .
ـ يمكن فصل مكونات المخلوط بالوسائل الطبيعية .
ـ نسب المكونات فى أى مخلوط غير ثابتة .
ـ درجة انصهار أو غليان المخلوط غير ثابتة

• **مثال** : دعنا نخلط بعضاً من الرمل وملح الطعام .

ـ مهما كانت دقة الخلط فإننا نحصل فى النهاية على ملح الطعام .
ـ إذا وضعت المخلوط تحت الميكروسكوب ، فتميّز بوضوح حبات الرمل وحبات الملح وليس شيئاً آخر .

ـ لا يحدث تفاعل ولا تتكون مادة جديدة ، كما لا تكتسب أو تفقد أى طاقة حرارية .

ـ يمكن خلط أى نسب من الرمل والملح .

وبإمكانك فصل الملح عن الرمل بوسائل طبيعية كالآتى :

١ ـ أضف الماء إلى الخليط لإذابة الملح .

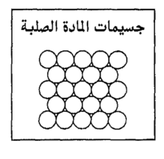
٢ ـ مرر المزيج خلال مرشح لإزالة الرمل .

٣ ـ أعد الملح مرة أخرى بتبخير الماء .

• أحوال المادة:

هنا ثلاثة أحوال معروفة للمادة هى الحالة الصلبة والحالة السائلة والحالة الغازية وكل المواد تتخذ أحد هذه الأحوال عند تسخينها أو تبريدها ، وعند تغير حالة المادة فإن هناك حرارة تفقد أو تكتسب . فمثلاً ينبغى إضافة طاقة حرارية إلى الماء حتى يتحول إلى بخار ، كما يجب إزاحة بعض الطاقة الحرارية من الماء ليتحول إلى ثلج .

• المواد الصلبة :



المواد الصلبة يمكن أن تكون بللورية (كريستالات) أو غير بللورية (أمورفية) ومعظم المواد الصلبة البسيطة تكون على الحالة الأولى ، فالمعادن بللورية بينما البلاستيك غير بللورى لأنه يتكون من مواد كيميائية معقدة . والمواد الصلبة تتميز بالآتى :

ـ كل المواد الصلبة لها شكل وحجم محدد .

ـ تتطلب المواد الصلبة قوة كبيرة لتغير شكلها مقارنة بالمواد السائلة أو الغازية .

ـ تتراص الجسيمات داخل الجسم الصلب قريبة من بعضها وهكذا فإن قوى التجاذب والترابط بين هذه الجسيمات أكبر منها فى السوائل والغازات وهى القوى الكهروستاتيكية . وتوجد الجسيمات فى البللورة الصلبة فى نقاط ثابتة داخل البنية الشبكية (كما أوضحنا) ، ومسموح لها بأن تتذبذب فقط حول

تلك النقاط الثابتة ولكنها لا تغادرها . ونظرياً فإن كل هذه الحركة (الذبذبات) تتوقف تماماً عند درجة ـ ٢٧٣° م ، أما عمليًا فلم يتوصل أحد إلى هذه الدرجة أبداً . وبازدياد درجة الحرارة تتذبذب الجسيمات أكثر وأكثر ويصبح الجسم أقل صلابة . ولهذا السبب فإنه من السهل طرق الحديد وتشكيله وهو ساخن إلى درجة الاحمرار ، وكلما زادت ذبذبة الجسيمات حول تلك النقاط الثابتة كلما احتلت حيزاً أكبر وبالتالى يتمدد المعدن فى درجات الحرارة الأعلى . والعكس صحيح أيضاً لأن البرودة تقلل من ذبذبة الجسيمات فتحتل حيزاً أقل وبالتالى ينكمش المعدن .

وأخيراً فإنه إذا زادت الحرارة عن حدّ معين فإن تلك الجسيمات تتذبذب بدرجة كبيرة تجعلها تفلت من هذه النقاط الثابتة وهنا يتحول المعدن إلى سائل .

• **السوائل :**

عند تحويل المعدن إلى سائل تسبح الجسيمات بطريقة عشوائية فى خطوط مستقيمة كما فى الشكل المقابل ، ويحدّ هذه الحركة أسطح الإناء والتوتر السطحى لسطح السائل وفيما يلى بعض الحقائق عن السوائل :

جسيمات فى السائل

ـ تشغل السوائل أحجاماً ثابتة وليس أشكالاً ثابتة حيث تتخذ شكل الإناء الذى يحتويها .

ـ لا تتجمع الجسيمات قريبة من بعضها (كما فى المواد الصلبة) وهكذا فإن قوى التجاذب بينها أضعف بكثير .

ـ السوائل غير قابلة للانضغاط فى الأحوال العادية .

ـ كلما زادت حرارة السائل يزداد نشاط الجسيمات وحركتها وهذا يضعف قوى التجاذب بينها فتزداد ميوعة السائل وتقل لزوجته ، والعكس صحيح أيضاً .

• **الغازات :**

إذا ارتفعت درجة حرارة السائل بدرجة كافية فإن الجسيمات تزداد إثارتها إلى درجة تمكنها من اختراق سطح السائل (حيث تتغلب على قوة التوتر السطحى) وتنطلق فى الفضاء .

وعموماً فإن الغازات تتميز بالآتى :

حركة الجسيمات فى الغاز

ــ لا تتخذ الغازات شكلاً أو حجماً ثابتاً فهى تملأ أى حيز توجد فيه .

ــ إذا سمح للغاز بالانطلاق من الإناء إلى الجو فسوف ينتشر فى هذا الفراغ بلا توقف كما يبين الشكل . وهذا يوضح لماذا نشم رائحة الطهى عن بعد حتى فى عدم وجود تيارات هوائية تحمله إلينا .

ــ عند الضغوط المنخفضة فإنه ليس هناك أى قوى تجاذب بين جسيمات الغاز .

ــ بخلاف المواد الصلبة أو السائلة فإن الغازات قابلة للانضغاط .

ــ ضغط الغاز على سطح الإناء الداخلى هو محصلة كل تصادمات الجسيمات مع تلك الأسطح فى زمن محدد ، وبالتالى كلما زادت كمية الغاز داخل الإناء زاد الضغط على الأسطح الداخلية .

تناولنا الآن خصائص المواد الصلبة والسائلة والغازية بصفة عامة ، وإلى جانب هذا فهناك خصائص أخرى يتميز بها كل غاز أو سائل أو مادة صلبة ، فمثلاً الحديد قوى ودرجة انصهاره عالية ويمكن ثنيه ، أما الثلج فهو ضعيف ودرجة انصهاره منخفضة وهش .

هل تعلم مثلاً أنك بينما تقرأ هذه الجملة فإن هناك ما يضرب أنفك أكثر من ١٠ بليون بليون مرّة ؟

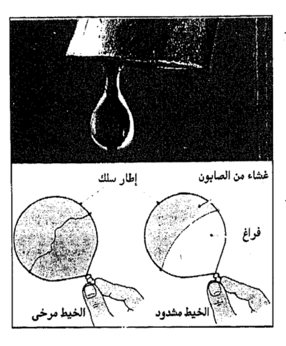
هذا لأن جزيئات الهواء تتحرك بسرعة يبلغ متوسطها ١٦٠٠ كم / س وهذه السرعة تزداد بالحرارة وتقل بالبرودة .

هناك ظاهرة أخرى سوف نتحدث عنها وهى التوتر السطحى .

• القوى الجزيئية فى السوائل والتوتر السطحى :

اربط خيطاً عبر إطار من السلك كما فى الشكل التالى ، ثم اغمر الإطار فى وعاء من الصابون المذاب فى الماء حتى تحصل على غشاء (طبقة رقيقة) من الصابون ، ثم اثقب هذا الغشاء فى جانب من الخيط المشدود ، ماذا يحدث ؟ سوف يزول الغشاء على هذا الجانب بينما يظل على الجانب الآخر من الخيط ، وهذه الظاهرة

سببها التوتر السطحى . والتوتر السطحى عبارة عن قوى تشد جزيئات سطح الماء جنباً إلى جنب ، والذى نريد أن نوضحه هو أن هذه الجزيئات تتجاذب وتتنافر طبقاً للمسافات بينها ، فإذا اقتربت من بعضها فإنها تتنافر والعكس ، أما عند السطح فإن المسافات تكون متباعدة نسبياً ومن هنا فإن قوة التجاذب بينها تكون أكبر . وعند ثقب السطح فإن بقية الجزيئات تجذب بعضها مبتعدة عن مركز الاختراق الذى فصل قوى التجاذب عند هذه النقطة ويختفى الغشاء كما فى التجربة ويعمل التوتر السطحى على الإقلال من مساحة سطح فقاعة الصابون ولهذا فهى كروية الشكل (الشكل الكروى ، هو أقل مساحة سطح لحجم معا)



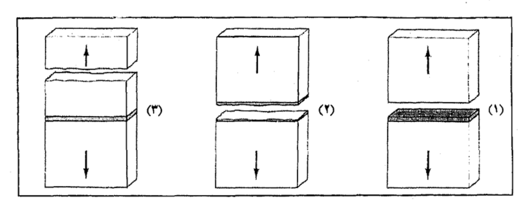
• التلاصق والالتصاق Cohesion and Adhesion :

• التلاصق Cohesion :

هو قوة الرباط بين جسيمات المادة وبالتالى القوة الكلية لهذه المادة ، مثلاً قوة التلاصق بين جسيمات الحديد أكبر منها فى الألومنيوم .

• الالتصاق Adhesion :

هو الطريقة التى تلتصق بها مادة بمادة أخرى مثل التصاق الزيت بسطح المعدن والالتصاق هام جداً فى لحام الوصلات وبالتالى فالمواد اللاصقة آخذة فى التوسع نظراً لاستخداماتها العديدة فى لصق المكونات الهندسية والأجزاء المكسورة .



ويبين الشكل ثلاث حالات لانهيار وصلة استخدم فيها مادة لاصقة . ففى الوضع (١) يتضح ضعف قـوة الالتصاق مـع الأجـزاء بالنسـبة لقـوة التلاصـق داخل المادة اللاصقة وعادة ما يحدث هذا نتيجة التجهيز غير الكافى لأسـطح الوصلات ، وبالتالى نحصل على رباط ضعيف . أمـا فـى الوضـع (٢) فيوضـح مادة لاصقة قوتها الالتصاقية مع الأجزاء أكبر من قـوة التلاصـق داخـل المـادة (المادة اللاصقة ضعيفة جداً) وبالتالى حدث الانهيار فيها أما فى الوضع (٣) فإن المادة اللاصقة أقوى من قوى التلاصق بين مادة الجزء نفسه وبالتالى حدث الانهيار فى الجزء بعيداً الرباط .

اختبر معلوماتك

* اختر الإجابة الصحيحة مما يلى :

(١) تتكون الذرات من إلكترونات تدور فى فلك حول :

أ ـ الجزئ　　　ب ـ النيوترون

جـ ـ النواة　　　د ـ الأيون

(٢) تحمل الإلكترونات

أ ـ شحنة سالبة　　　ب ـ شحنة موجبة

جـ ـ ليس لديها شحنة　　　د ـ شحنات من النوعين

(٣) البروتونات تحمل :

أ ـ شحنة سالبة　　　ب ـ شحنة موجبة

جـ ـ ليس لديها شحنة　　　د ـ شحنات من النوعين

(٤) النيوترونات تحمل :

أ ـ شحنة سالبة　　　ب ـ شحنة موجبة

جـ ـ ليس لديها شحنة　　　د ـ شحنات من النوعين

(٥) عدد الإلكترونات فى الذرة يساوى

أ ـ عدد النيوترونات فى النواة　　　ب ـ عدد البروتونات فى النواة

جـ ـ عدد الأيونات فى النواة

د ـ مجموع عدد البروتونات والنيوترونات فى النواة

(٦) كتلة الذرة هى

أ ـ مجموع كتل الإلكترونات　　　ب ـ مجموع كتل البروتونات

جـ ـ مجموع كتل النيوترونات

د ـ مجموع كتل البروتونات والنيوترونات

(٧) مجموعة الذرات المندمجة معاً فى الغازات أو السوائل أو المـواد الصلبـة غير المعدنية تسمى :

أ ـ الجزيئات ب ـ البنيات الشبكية

جـ ـ العناقيد د ـ المخاليط

(٨) الذرة التى تكتسب أو تفقد إلكترونًا تسمى

أ ـ نظير ب ـ بنية شبكية

جـ ـ جزئ د ـ أيون

(٩) جسيمات المادة الصلبة التى تكون شكلاً هندسـيًا منتظمًـا مـن الأيونـات الموجبة التى تفصلـها سحابة من الإلكترونات الحرة يقال إن لـها :

أ ـ رباط متكافئ ب ـ رباط كهربائى

جـ ـ رباط ماكرو جزيئى د ـ رباط معدنى

(١٠) المادة التى تحتوى على نوع واحد من الذرات تسمى

أ ـ مركب ب ـ عنصر

جـ ـ مخلوط د ـ بوليمر

(١١) المادة التى تتكون من عنصرين أو أكثر متحدة كيميائيـاً بنسـب ثابتـة تسمى

أ ـ مركب ب ـ عنصر

جـ ـ مخلوط د ـ بوليمر

(١٢) مجموعة العناصر المختلفة المتداخلة وغير المتحدة كيميائياً تسمى

أ ـ مركب ب ـ عنصر

جـ ـ مخلوط د ـ بوليمر

(١٣) مجموعة العناصر المختلفة المتداخلة وغير المتحدة كيميائياً تسمى

أ ـ مادة صلبة ب ـ سائل

جـ ـ غاز د ـ بخار

(١٤) المادة التى تتميز بحيز ثابت ولكنها تتخذ شكل الإناء الذى يحتويها تسمى

أ ـ مادة صلبة — ب ـ سائل

جـ ـ غاز — د ـ بخار

(١٥) المادة القابلة للانضغاط تسمى

أ ـ مادة صلبة — ب ـ سائل

جـ ـ غاز — د ـ بلاتين

(١٦) المركب ينتج عن طريق :

أ ـ التفاعل الكيميائى — ب ـ الخلط الدقيق

جـ ـ خلط الغازات فقط — د ـ التحليل الكهربى لمحلول

(١٧) عند حدوث تفاعل كيميائى

أ ـ لا تنتج أى مادة جديدة — ب ـ الغازات تكون غازات جديدة

جـ ـ يكتسب التفاعل حرارة أو يفقد حرارة — د ـ يتكون مخلوط

(١٨) غشاء الزيت على سطح المعدن يظل فى مكانه بسبب

أ ـ التلاصق — ب ـ الالتصاق

جـ ـ الشفط — د ـ التوتر السطحى

(١٩) بالإضافة للخواص العامة فإن هناك مميزات خاصة تنطبق على :

أ ـ المواد الصلبة فقط — ب ـ السوائل فقط

جـ ـ الغازات فقط . — د ـ المواد الصلبة والسوائل والغازات

(٢٠) إذا وضعت مادة لاصقة بين جزئين من مادة واحدة ، وعند محاولة فصل الجزئين انكسر أحدهما فإن :

أ ـ تلاصق المادة اللاصقة أضعف من تلاصق مادة الجزئين .

ب ـ التصاق المادة اللاصقة بالجزء أقوى من تلاصق الجزء

جـ ـ تلاصق المادة اللاصقة والتصاقها بالجزء أقوى من تلاصق الجزء

د ـ تلاصق المادة اللاصقة وتلاصق الجزء أقوى من التصاق المادة بالجزء .

الوحدة الثالثة

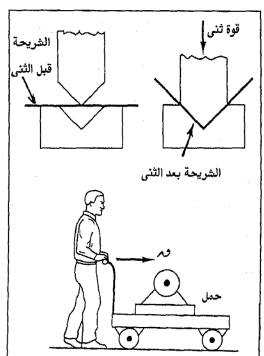
الكتلة والوزن والقوة

• الكتلة :

هى مقدار ما يحتويه أى جسم من مادة ، وهى مجموع كل كتل الجسيمات الذرية الموجودة فى هذا الجسم . ولا يتغير الكتلة ما لم يضف أو ينقص من مادة الجسم وطبقا لهذا فإن عدد الذرات الموجودة فى كيلو جرام من الزبد على سطح الأرض هو نفسه عدد الذرات الموجودة فى كيلو جرام من الزبد على سطح القمر ويهمنا هنا أن نذكر أن الوحدة الأساسية لقياس الكتلة من الكيلوجرام هناك أيضا وحدتان شائعتان هما الطن ويساوى ١٠٠٠ كجم وجزء هو المليجرام ويساوى ٠,٠٠١ كجم .

• القوة :

يتبادر إلى ذهننا دائماً سؤال عند تناول الكتلة وهو : ما الفرق بين الكتلة والوزن ؟ وقبل أن نناقش علاقة الوزن بالكتلة لابد أولاً أن نتفهم ماهية القوة ، فالقوة لا نراها ولكننا نستشعر آثارها كالآتى :



ـ محاولة تغيير شكل ما ، فالرسم المقابل يبين عملية ثقب شريحة معدنية . وبداية فإن القوة ستحاول

ثنى الشريحة ، فإذا تغلبت على مقاومة الشريحة فإنها تنثنى .

ـ محاولة تحريك جسم ساكن كما هو موضح بالشكل السفلى بالصفحة السابقة ، فالقوة (ق) المؤثرة على يد الترولى كافية للتحريك فى اتجاه تطبيق هذه القوة (اتجاه الدفع) أما اذا كانت القوة صغيرة فإنها لا تزال تحاول تحريك الترولى فى نفس الاتجاه .

ـ تغيير حركة جسم فى حالة حركة فعلية فمثلاً :

(أ) قوة الرياح الشديدة المقابلة تقلل من سرعة الطائرة ، بينما رياح الذيل القوية تزيد من سرعتها .

(ب) قوة الرياح الجانبية قد تسبب انحراف السيارة خارج الطريق

• ويعتمد أثر أى قوة على الآتى :

١ ـ مقدار القوة ٢ ـ اتجاه القوة

٣ ـ نقطة تأثير القوة ٤ ـ قدرة الجسم على مقاومة آثار القوة

• المتجهات Vectors :

من الناحية العلمية فإن الكميات الطبيعية تنقسم إلى قسمين

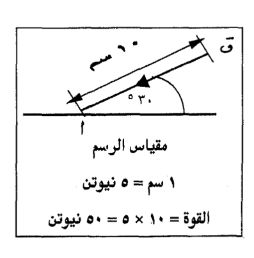
• كميات عددية • كميات متجهة

• الكميات العددية Scalars:

وهذه لها مقدار فقط مثل قدرة محرك تساوى ٤٠ ك . وات أو شدة تيار تساوى ١٠ أمبير أو الزمن المستغرق مثل ١٠ ثوان .

• الكميات المتجهة Vectors:

وهذه لهـا مقدار واتجاه مثل سرعة قطار يتحرك شمالاً من القاهرة بسرعة ١٢٠ كم/ساعة وفى الشكل المقابل قوة ق تؤثر على نقطة (أ) مقدارها ٥٠ نيوتن بزاوية ميل ٣٠° على الأفقى . فالشكل عبارة عن رسم لمتجه يمثل القوة ثم



رسمه بمقياس رسم مناسب (١ سم لكل ٥ نيوتن) و فى اتجاه ٣٠° على الأفقى ويمر بنقطة (أ) .

• الـوزن :

هو شكل من أشكال القوة ينتج بسبب تأثير الجاذبية الأرضية على الكتل المختلفة ، فأنت إذا أمسكت بكيس من السكر كتلته الحجم فإن الحمل الواقع على يديك يساوى تقريباً ١٠ نيوتن ويؤثر رأسياً إلى أسفل . هذا هو وزن الحجم على سطح الأرض (٩,٨١ نيوتن على وجه الدقة) . لكن هذا الوزن يختلف قليلاً عند الأقطاب فيزيد قليلاً عنه عند خط الاستواء حيث أن الكرة الأرضية ليست كروية تماماً ، وعلى ذلك فإن وزن أى جسم يمثل قوة الجاذبية المؤثرة على كتلة هذا الجسم ويبين الشكل المقابل كتلة تساوى الحجم معلقة فى ميزان زنبركى مؤثر عليها قوة الجاذبية الأرضية فيتمدد الزنبرك حتى تساوى قوته وزن الكتلة ، وهنا يشير المؤشر على الرقم ٩,٨١ نيوتن . أما إذا أخذنا نفس الكتلة وقسنا وزنها على سطح القمر فإن النتيجة ستصبح ١,٦٤ نيوتن ، فما معنى ذلك ؟ فى الواقع أن الجاذبية على سطح القمر تعادل تقريباً $\frac{1}{6}$ الجاذبية على سطح الأرض حيث أن القمر كتلته حوالى $\frac{1}{6}$ كتلة الأرض .

مما سبق يتضح أن كتلة أى جسم لا تتغير بينما يتغير وزنه تبعاً لقوة الجاذبية على سطح أى كوكب .

• الكتلة والقصور الذاتى :

حينما يكون أى جسم ثابتاً فإنه يحتاج إلى قوة حتى يتحرك ، وكلما زادت كتلته زادت القوة اللازمة لتحريكه ، ولهذا نقول بأن الكتل لها « قصور ذاتى »

وهو مقاومة الحركة . ويعتمد القصور الذاتى على كتلة الجسم (وليس وزنه) ، وبناءًا على هذا فإنه يحتاج إلى نفس القوة لتحريكه حتى ولو كان على سطح القمر . العكس أيضاً صحيح ، فلو أن الجسم يتحرك فإنه يحتاج لقوة حتى يقف لأن القصور الذاتى يحتفظ به متحركاً .

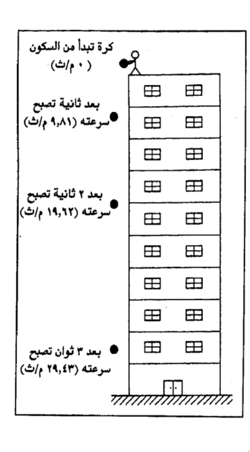
وإذا نظرنا إلى الشكل المبين لوجدنا أن ركاب السيارة لديهم كمية كبيرة من القصور تظهر خصوصاً عند بداية الحركة بسرعة وهذا ما يجعلك تشعر بقوة كبيرة تجذبك إلى الخلف ، وتظهر بصورة أكبر من إيقاف السيارة فجأة فإن هذا القصور يحتفظ باندفاع الركاب إلى الأمام حتى يخترقوا الزجاج الأمامى للسيارة لولا حزام الأمام الذى يقوم بإيقافهم ماذا يحدث أيضاً إذا حاولت السيارة الالتفاف عند منحنى ؟ نتيجة للقصور الذاتى فإن جسمك يحتفظ باندفاعه فى خط مستقيم ولهذا تشعر بميله للخارج لولا أن كرسيك يؤثر عليك بقوة تشدك مع التفاف السيارة . هذا يشرح القانون الأول لنيوتن الذى يقول :

« إن أى جسم يظل على حالته من حيث السكون أو الحركة بسرعة منتظمة ما لم يؤثر فيه قوة خارجية » .

• العلاقة بين القوة والكتلة والعجلة :

حتى الآن تستطيع أن تحسب وزن أى كتلة بسهولة وذلك بضرب ٩,٨١ × الكتلة بالكجم فينتج الوزن بالنيوتن . ولكن ما المعنى الحقيقى للرقم ٩,٨١ ومن أين جاء ؟ بداية لابد أن نفرق أنه عند تأثير قوة على كتلة فإنها تغير من سرعتها واتجاه حركتها . والتغير فى هذه السرعة هو ما نسميه بالعجلة سواء كانت تسرع أو تبطىء . وبمعاونة الشكل المقابل فإننا لو تركنا كرة تسقط من السكون من فوق سطح مبنى فإن أول سرعة لها سوف تكون (صفر/ث) ولكن بتأثير الجاذبية الأرضية تزداد حتى تصبح (٩,٨١ م/ث) بعد ثانية

واحـدة ثـم تزيـد إلى (١٩,٦٢ م/ث) بعد ثانيتين وتصل إلى (٢٩,٤٣ م/ث) بعد ثلاث ثوان . وبهذا المعدل فإن السرعة تزداد بمقدار ٩,٨١ م/ث كل ثانية أو ٩,٨١ م/$ث^٢$ وهذا ما نسميه عجلة الجاذبية (جـ) أو g . والمعادلة العامة التى تحكم هذه الظاهرة هى :



القوة (ق) = الكتلة (ك) × العجلة (جـ)

أو ق = ك × جـ

إلا أن الوزن ما هو إلا صورة من صور القوى المختلفة حيث تسبب قوة الجاذبية على سطح الأرض عجلة تزايدية مقدارها ٩,٨١ م/$ث^٢$ ، ويقاس الوزن بالنيوتن الذى يعرف كالآتى :

« إذا أسرع حجم كتلتـه ١ كجم من الثبات بحيث تزيد سرعته بمقدار ١ م/ث فى كل ثانية فإن القوة التى تؤثر على هذا الجسم تساوى ١ نيوتن » .

وهكذا ببساطة فإن الرقم ٩,٨١ هو معامل تحويل من الكتلة إلى الوزن . كذلك فإن العلاقة بين السرعة والعجلة تحكمها المعادلة الآتية :

$ع = ع_{صفر} + جـ ن$ حيث ع = السرعة النهائية للجسم

$ع_{صفر}$ = السرعة الابتدائية للجسم

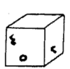
جـ = عجلة الجاذبية = ٩,٨١ م/$ث^٢$

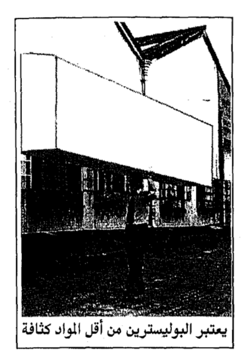
ن = الزمن الذى استغرقه الجسم فى السقوط

• الكثافة :

إذا كانت أبعاد الجسم المبين هى ٢ ، ٥ ، ٤ سم

فإن حجمه هو ٢ × ٥ × ٤ = ٤٠ $سم^٣$




يعتبر البوليسترين من أقل المواد كثافة

فإذا كان كتلته هى ٤٠٠ جم فليس من الصعوبة معرفة كتلة سم^٣ واحد من المادة (وهى وحدة الحجوم) وذلك بقسمة الكتلة على الحجم

∴ كتلة ١ سم^٣ = $\frac{\text{٤٠٠ جم}}{\text{٤٠ سم}^3}$ = ١٠ جم سم^٣

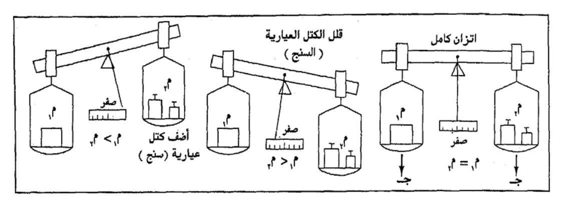
وتسمى كتلة وحدة الحجوم بالكثافة ورمزها (ρ)

∴ الكثافة (ρ) = $\frac{\text{الكتلة (m)}}{\text{الحجم (V)}}$

ويبين الجدول التالى كثافة بعض المواد الشائعة وهى قيم متوسطة تعتمد على درجة الحرارة ونقاوة المادة ... الخ .

المادة	الكثافة		المادة	الكثافة	
	كجم/م^٣	جم/سم^٣		كجم/م^٣	جم/ سم^٣
ألومنيوم	٢٧٢٠	٢,٧٢	كحول	٨٠٠	٠,٨٠
نحاس أصفر	٨٤٨٠	٨,٤٨	زئبق	١٣٥٩٠	١٣,٥٩
برونز	٨٧٩٠	٨,٧٩	بارافين	٨٠٠	٠,٨٠
(سبيكة من النحاس والقصدير)			بترول	٧٢٠	٠,٧٢
حديد زهر	٧٢٠٠	٧,٢٠	ماء نقى	١٠٠٠	١
رصاص	١١٣٥٠	١١,٣٥			
نايلون	١١٢٠	١,١٢	استيلين	١,١٧	٠,٠٠١١٧
pvc	١٣٦٠	١,٣٦	هواء	١,٣٠	٠,٠٠٠١٣
مطاط	٩٦٠	٠,٩٦	ثانى أكسيد الكربون	١,٩٨	٠,٠٠١٩٨
حديد	٧٨٢٠	٧,٨٢	هيدروجين	٠,٠٩	٠,٠٠٠٠٩
قصدير	٧٢٨٠	٧,٢٨	نيتروجين	١,٢٥	٠,٠٠١٢٥
زنك	٧١٢٠	٧,١٢	أكسجين	١,٤٣	٠,٠٠١٤٣

• قياس الكتلة :



تقاس الكتلة باستخدام الميزان وفيه تقارن بين كتلة غير معلومة بكتل عيارية معروفة القيمة وهذه الكتل تسمى خطأ « أوزان » ، فيوضع الجسم فى الكفة اليسرى وتجرب الكتل العيارية فى الكفى اليمنى حتى يستقر رأسياً عن العنصر بالمنتصف ، وهنا تصبح كتلة الجسم مساوية للكتل العيارية .

وقبل استخدام الميزان فى المعمل يجب التأكد من الآتى :

ـ أن الميزان مستوٍ أفقيًا وذلك باستخدام ميزان التسوية المائى وضبط أرجله .

ـ أن مسامير المعايرة مضبوطة بحيث يشير المؤشر إلى الصفر والكفتان فارغتان .

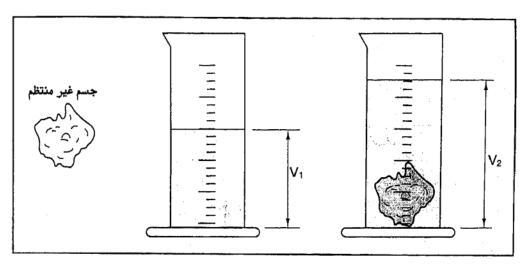
جدير بالذكر أن هذا الميزان يقيس الكتل أما الميزان الزنبركى فهو يقيس الوزن وليس الكتلة لأنه يقيس القوة التى تؤثر على الزنبرك وهى هنا تساوى كتلة الجسم المعلق مضروبة فى عجلة الجاذبية الأرضية . ولا ينبغى أبداً استخدام الميزان الزنبركى فى قياس الكتل .

• قياس الحجم :

الأمر سهل بالنسبة للأجسام الصلبة ذات الشكل المنتظم ويتم عن طريق القياس الدقيق لأبعادها باستخدام ورنية أو ميكروميتر ، فمثلاً بقياس قطر كرة فإن حجمها :

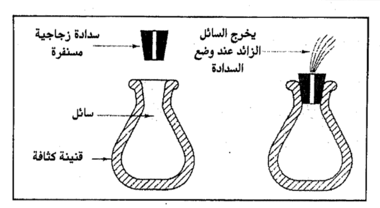
ح = $\frac{٤}{٣}$ ط نق^{٣} حيث ط = ٣,١٤ ، نق = نصف قطر الكرة . أما الأجسام غير المنتظمة إذا كان حجمها صغيراً فإننا نستطيع غمرها فى سائل فى مخبار كالمبين

بحيث يكفى السائل لتغطية الجسم المغمور وبحيث لا ينسكب من المخبار ، وبإيجاد الفرق بين الارتفاعين نحسب حجم الجسم كالآتى :



حجم الجسم ح = A × ($V_2 - V_1$) حيث A هى مساحة مقطع المخبار

• **كثافة السوائل :**



يتم قياس كثافة السائل بأخذ حجم معلوم من السائل المراد إيجاد كثافته وذلك باستخدام قنينة الكثافة المبينة فى الشكل (وهى عادة ٥٠سم^{٣}) فتملأ القنينة حتى حافتها ، ثم توضع السدادة بإحكام حتى يخرج السائل الزائد من الثقب . يستخدم الميزان الحساس فى قياس كتلة القنينة وهى فارغة ($ك_{١}$) وكتلة القنينة وهى مملوءة بالسائل ($ك_{٢}$) ثم تحسب كتلة السائل كالآتى :

ك (السائل) = $ك_{٢} - ك_{١}$

ومنها كثافة السائل = $\frac{ك_{٢} - ك_{١}}{\text{حجم القنينة (٥٠ سم}^{٣}\text{ فى هذه الحالة)}}$

• كثافة الغازات :

وهنا نستخدم إناءً ذا حجم ووزن معلومين ، يفرغ الإناء باستخدام مضخة تفريغ ثم تملأ الإناء بالغاز حتى يصل ضغطه إلى الضغط الجوى . نزن الإناء مملوءاً بالغاز ونوجد كتلة الغاز كالآتى :

ك (الغاز) = $ك_٢$ −$ك_١$ حيث $ك_٢$ هى كتلته مملوءاً بالغاز ، $ك_١$ هى كتلته فارغاً وبنفس الطريقة فإن كثافة فإن كثافة الغاز هى :

$$ث = \frac{ك_٢ - ك_١}{\text{حجم الإناء}}$$

ولهذه الطريقة بعض التحفظات ، فالغاز قابل للانضغاط ومعنى ذلك أننا لو ضخخنا غازًا أكثر فالنتيجة أن ذلك يعطينا كثافة أعلى لأن الكتلة تزيد والحجم ثابت ، كذلك فالغاز يتمدد بالحرارة ومعنى ذلك أننا لو قسنا المسافة فى يوم حار فسوف تعطى نتيجة أقل منها فى يوم بارد . وبناءاً على ذلك فإن كل الغازات تقاس كثافتها مع ذكر أن القياسات تمت فى ظروف الحرارة والضغط العياريين standard temperature and pressure وهى درجة صفر مئوية وضغط جوى ٧٦٠ مم زئبق بتحويلها إلى الضغط الجوى والحرارة القياسيين (العياريين) باستخدام جداول التحويل .

• الوزن النوعى :

هو وزن وحدة الحجوم ويمكن قياسه إما بحسابه من كثافة المادة أو باستخدام الميزان الزنبركى لوزن حجم معلوم من المادة ثم إيجاد الوزن النوعى من المعادلة :

$$\text{الوزن النوعى} = \frac{\text{وزن الجسم}}{\text{حجم الجسم}} \quad (\text{نيوتن/سم}^٣)$$

فإذا عرفنا كثافة المادة فإن التحليل التالى يشرح كيف نحسب الوزن الفعلى :

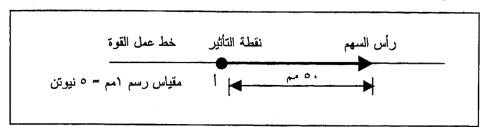
$$\text{الوزن النوعى} = \frac{\text{وزن الجسم}}{\text{حجم الجسم}} = \frac{\text{كتلة الجسم} \times \text{عجلة الجاذبية}}{\text{حجم الجسم}}$$

$$= \text{كثافة الجسم} \times \text{عجلة الجاذبية} = \text{كثافة الجسم} \times ٩٫٨١$$

جدير بالذكر أن ذلك التحويل ينطبق على القياسات بكوكب الأرض وإلا ينبغى استخدام عجلة الجاذبية لأى كوكب آخر .

• استخدام المتجهات لتمثيل قوة :

نستطيع تمثيل قوة على الورق باستخدام المتجهات وفى هذا نحن نحتاج إلى معرفة الآتى :



- نقطة تأثير هذه القوة .
- كمية (حجم) هذه القوة .
- اتجاه تأثير هذه القوة .

فالمتجه المرسوم بالشكل أعلاه يبين أن القوة تؤثر فى نقطة « أ » متجهة إلى الشرق وأن مقدار هذه القوة (باستخدام مقياس الرسم) هو ٥٠ × ٥ = ٢٥٠ نيوتن وذلك بضرب طول السهم (مم) × مقياس الرسم . لاحظ أن خط القوة ينطبق على خط العمل .

ق٢
ق١
٦٠°
٣٠
الخط الافقى
أ
مقياس الرسم ١ سم = ١٠ نيوتن

ويبين الشكل المقابل أيضاً قوتان مؤثران على النقطة « أ » الأولى خط عملها يميل ٦٠° على الأفقى باتجاه الشمال الغربى وخارجه من « أ » ، أما الثانية فخط عملها يميل ٣٠° على الخط الأفقى باتجاه الجنوب الغربى وداخله « أ » ويرمز للقوة الأولى بـ ق$_{١}$ وللقوة الثانية بـ ق$_{٢}$.

وستتناول الآن تأثير عدة قوى فى آن واحد وهو المعروف بمحصلة القوى .

• محصلة القوى :

ق١ ، ق ٢ فى نفس الإتجاه

س

(أ) ق ٢ = ٥ ن   ق ١ = ٤ ن

س

(ب) ق م = ٩ ن

ق١ ، ق ٢ فى عكس الإتجاه

س

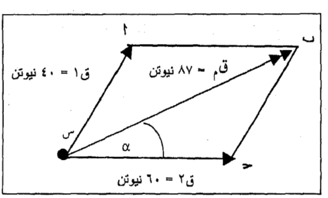
(حـ) ق ٢ = ٢٠ ن   ق ١ = ٥ ن

س

(د) ق م = ١٥ ن

تسمى القوة التى تحل محل قوتين أو أكثر وتؤدى نفس الأثر بالمحصلة (محصلة القوى) مثلاً $ق_١$ ، $ق_٢$ تؤثران فى النقطة س على نفس خط العمل كما فى (أ) وحتى نجد القوة التى تحل محلهما وتؤثر فى النقطة بنفس الأثر فإننا ببساطة نجمع المتجهين $ق_١$ ، $ق_٢$ فتنتج لنا المحصلة $ق_م$ كما فى (ب) وهى تتميز بسهم ذى رأسين . أما إذا كانت القوى $ق_١$ ، $ق_٢$ متضادة (كل منهما عكس الآخرى) كما فى (حـ) فإنه للحصول على المحصلة فى هذه الحالة ينبغى أن نطرح هذه المتجهات فنحصل على المحصلة $ق_م$ كما فى (د) ، وتعمل المحصلة فى اتجاه القوة الأكبر $ق_٢$.

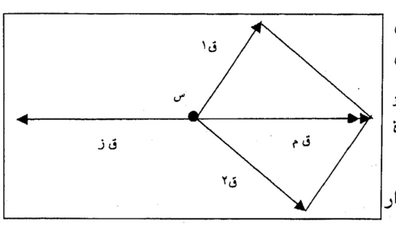
• متوازى أضلاع القوى :



تناولنا فى المثال السابق قوى تعمل على نفس خط العمل ، لكن هناك أيضاً القوى المائلة وعندما تعمل قوتان مائلتان فإنك لا تستطيع أن تجد المحصلة من خلال

الجمع أو الطرح ولكننا فى هذه الحالة نستطيع أن نجدها إذا استخدمنا متوازى أضلاع القوى ، فنمثل $ق_١$ ، $ق_٢$ بمقياس رسم مناسب (١ سم لكل ١٠ نيوتن) خارجتين من نقطة س . الضلع س أ يمثل القوة $ق_١$ والضلع س جـ يمثل القوة $ق_٢$ ثم نكمل رسم متوازى الأضلاع أ ب حـ س فيمثل القطر س ب المحصلة $ق_م$ مقدارًا واتجاهًا ، وتكون الزاوية ∝ (وهى هنا ٢٣°) زاوية ميل المحصلة على القوة $ق_٢$.

• **القوى المتزنة :**



إن القوة التى تلغى أثر القوى الأخرى تسمى قوة أتزان $ق_ز$ وتتميز هذه القوة بالخواص الآتية :

ـ أن لها نفس مقدار قوة المحصلة .

ـ أن لها نفس خط العمل .

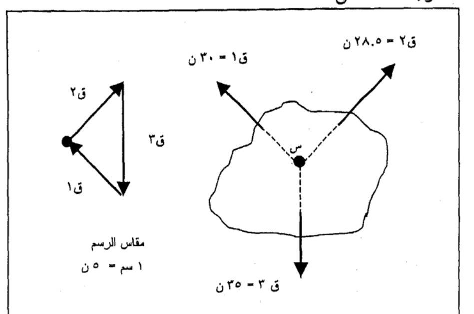
ـ أنها تعمل عكس اتجاه المحصلة .

وهى فى الشكل المقابل $ق_ز$ وتعمل عكس المحصلة $ق_م$.

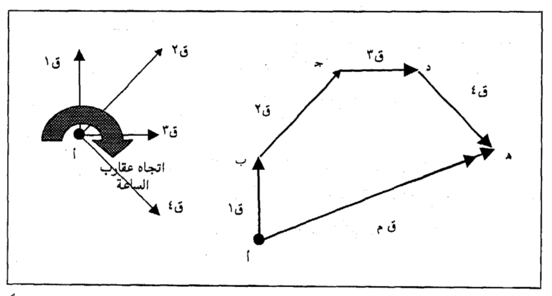
• **ثلاث قوى متزنة :**

إن ثلاث قوى تعمل فى مستوى واحد وتؤثر على جسم يمكن رسم متجهاتها على ورقة ، فإذا كانت هذه القوى متزنة (أى أن الجسم لا يتحرك بسببها) فإن كل قوة من الثلاث يمكن تمثيلها بمثلث تمثل أضلاعه هذه القوى كما فى الشكل ، كما تسمى قوى متلاقية إذا كانت تمر بنقطة واحدة (نقطة س فى الشكل ، وتسمى التلاقى) . كذلك يسمى هذا المثلث بمثلث القوى . وإذا لاحظنا

مثلث القوى نجد أن اتجاهات القوى الثلاث المتزنة تجرى فى اتجاه واحد وهو اتجاه عقارب الساعة فى هذه الحالة .

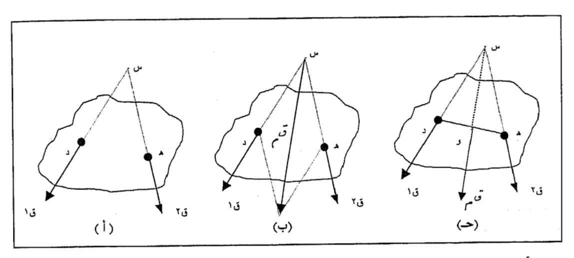


• **مضلع القوى :**



حتى الآن فإننا حللنا محصلة واتزان قوتين فقط تؤثران فى نقطة س وأحياناً ثلاث قوى . ماذا لو أن لدينا مجموعة من القوى المتلاقية فى نقط س ؟ فى هذه الحالة ينبغى علينا أن نتعامل مع ما يسمى « مضلع القوى » .

ولرسم هذا المضلع نختار مقياس رسم مناسب ونرسم فى اتجاه واحـــد (اتجـاه عقارب الساعة مثلاً) وبنفس ترتيبها ق١ ، ق٢ ، ق٣ ثم ق٤ وهكذا بحيث تبدأ ق٢ عند رأس ق١ وتبدأ ق٣ عند رأس ق٢ وهكذا حتى نرسم كل القـوى فيكـون المتجـه أ هـ مثلاً للمحصلة قم مقدارًا واتجاهًا وحتى تكون هذه القوة متزنـة فإننـا نحتـاج إلى قوة خامسة تنطبق مع قم ولكنها فى عكس اتجاهها ومن الرسم نجـد أن هـذه القوة الخامسة يمثلـها الضلع أ هـ وهى تقفل المضلع بحيث تجرى جميـع القـوى فى اتجاه واحد .

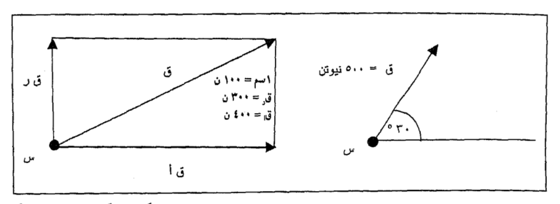


أما إذا كانت القوى تؤثر فى أكثر من نقطة كما فى الشكل أ : ق١ تؤثـر فـى نقطة د ، ق٢ تؤثر فى نقطة هـ فإننا نمدّ خطىّ عمل ق١ ، ق٢ حتـى يتلاقيـا فـى نقطة خارج الجسم المرسوم (س مثلاً) .

وهناك باستخدام متوازى أضلاع القوى نستنتج المحصلة قم كما فى الشكل ب وحتى نوجد نقطة تأثير ق م فإننا نقدم بتوصيل الخط د هـ فتكـون نقطـة تقـاطع خط عمل قم مع هذا الخط (نقطة و) وهى نقطة تأثير المحصلة على الجسم كما فى الشكل حـ .

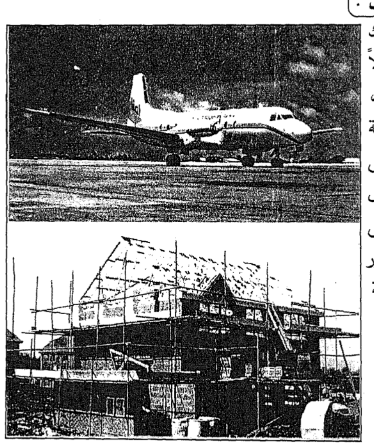
• تحليل القوة :

كما قمنا بتجميع عدة قوى فى قوة واحدة (هى المحصلة) فإنه يمكننا أيضًـا تحليل قوة واحدة إلى عدة قوى فى اتجاهات متعددة . وفى الشكل السابق سوف نتقيد بقوتين فـقط . لـدينا قوة واحدة تسـاوى ٥٠٠ نيوتن تـميـل عـلى الأفقى بزاوية



مقدارها ٣٠° نرسم القوة بمقياس رسم مناسب ثم نرسم خطاً أفقياً وآخر رأسياً ينطلقان فى نقطة التأثير س . ثم نرسم خطاً يوازى الأفقى يمر برأس القوة ق وآخر رأسى يمر بها أيضاً فنحصل فى آخر الأمر على مضلع القوى (مستطيل فى هذه الحالة) ومن نحصل على المركبة الرأسية ق والمركبة الأفقية ق١ وهما القوتان اللتان لهما نفس أثر القوة ق ويمكن معرفة مقدارهما بالقياس .

• البنايات والهياكل :



أينما توجه نظرك أمامك ترى أمثالاً للبنايات من حولك ، فهى توجد فى الطبيعة كما فى الأشياء التى يصنعها الإنسان ليحل مشكلة ما أو يفى باحتياج معين . والصور المبينة هى نماذج مختلفة للبنايات والهياكل .

• أهمية البنايات :

هناك أنواع مختلفة من البنايات كل منها مصمم ليؤدى وظيفة معينة ، وحتى تكون البناية ناجحة فإنه ينبغى أن تحقق الآتى :

١ ـ أن تكون قادرة على رفع الحمل التى صممت من أجله دون أن تميل أو تنقلب أو تنهار .

٢ ـ أن تدعم أجزاءها المختلفة فى الموضع الصحيح لها .

• أنواع البنايات :

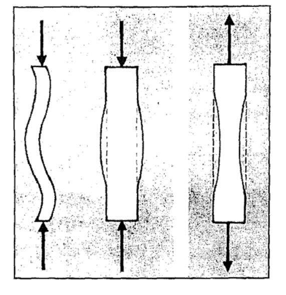
الونش وحامل الكابلات هى أمثلة حية للبناية الهيكلية . والهياكل عبارة عن قضبان تتصل ببعضها لتشكل البناية الهيكلية . وهذه واحدة من أكثر الوسائل الاقتصادية لإنشاء البنايات وبعض المبانى الحديثة لديها بنايات هيكلية يمكن رؤيتها أثناء الإنشاء ، كذلك فإن هناك أشكالاً أخرى من البنايات فمثلاً جسم السيارة مجمع ألواح متعددة بعد تشكيلها وهذا النوع بناية قشرية shell structure تماماً مثل سرطان البحر أو الجمبرى .

• انهيار البنايات :

من حين لآخر ونظراً لخلل فى التصميم فإن البناية تنهار أو تفشل فى أداء وظيفتها . وهناك عدة أسباب لهذا أولها كما قلنا التصميم الردئ أو الإجهاد أو انهيار مفصل أو المادة المصنوعة منها البناية . ويقع الانهيار بسبب القوى المؤثرة فى البناية ، وهذه إما استاتيكية (ثابتة) ناتجة عن وزن البناية أو الحمل المرفوع ، وإما ديناميكية (قوى متحركة) ناتجة عن الرياح أو البحر أو المركبات أو الناس وغيرها .

• توزيع القوى فى الهياكل :

إن الهيكل الناتج يجب أن يكون قادراً على تحميل كل القوى المؤثرة عليه دون أن ينقلب أو ينهار ، ومن الأهمية بمكان دراسة أنواع القوى التى تؤثر على أو داخل الهيكل . وهناك ٥ أنواع من القوى تؤثر على أى الهيكل :



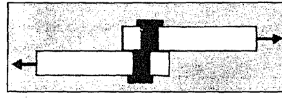
(١) قوى الشد

وهى التى تسبب تمددّ القضيب .

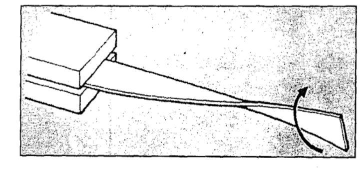
(٢) قوى الضغط

وهى التى تسبب انضغاط أو انبعاج القضيب .

(٣) قوى القص



وهى تؤثر على مادة القضيب بحيث ينزلق جزء منه على الجزء الآخر .



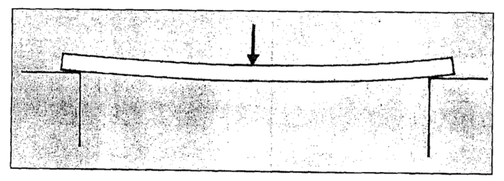
(٤) قوى الالتواء

عند تطبيق قوى عزم على جزء فإن هذا الجزء يلتوى .

(٥) قوى الانحناء

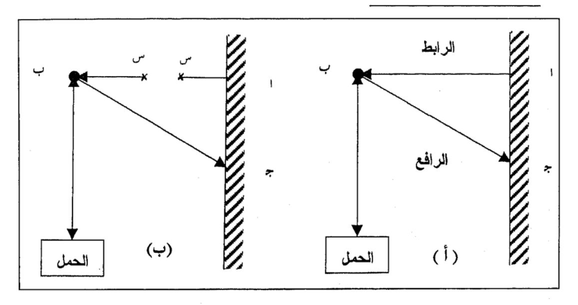
أى قوة تؤثر مائلة على عضو (ليس فى اتجاه محوره) تتسبب فى انحنائه .

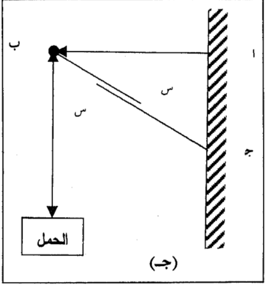
* **تحليل القوى فى الهياكل :**



في أى بناء هيكلى تتعرض القضبان (أو الأعضاء) للانضغاط أو التمدد النـاتج عن الشدّ أو الانحناء والانثناء . وهكذا تتولد داخل القضيب قوة داخلية تردّ على القوى الخارجية المؤثرة نتيجة الحمل .

• تحليل الشدّ والضغط :





في الـهياكل البسيطة يمكننـا تحليـل أنواع القوى المؤثرة ، فمثـلاً العضـو أ ب في الشكــل (أ) يتمـدد بسـبب الحمـل وبالتـالى فـهو يتعـرض للشــدّ . أمـا إذا تصورنا أن ذلك العضــو انكسـر كمـا فـى الشكل (ب) فإن النقــاط س س سـوف تتباعد . ونحن نسمى هذا العضــو الـذى يتعرض للشد بالرابط . أما القضيب ب جـ فإنه يتعرض للهصْر نتيجة للانضغـاط ، وإذا تصورنا أنـه انكسر كـما فى الشكل (جـ) فإن النقاط س س سـوف تتبـاعد ، كذلـك فإننـا نسـمى هـذا العضـو الـذى يتعرض للضغط بالرافع أو الدعامة . وهكذا فإن لديك وسيلة سـهلة لمعرفـة مـا إذا

كان العضو يتعرض للشد أو الضغط وذلك بالإجابة على سؤال واحد (ماذا يحدث للعضو إذا انكسر ؟ هل تتباعد النهايتان أم تتقاربان ؟)

• أنواع القضبان واستخداماتها :

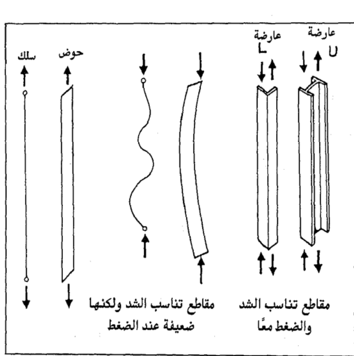
كما أوضحنا فإن كل عنصر يتعرض لأنواع مختلفة من القوى ولابد أن يقاوم هذه القوى . ومن هنا فإنه ينبغى اختيار أنسب مكون طبقاً للموقف . بالإضافة إلى قدرة العضو على المقاومة فإن الوزن والتكلفة والمظهر من العوامل التى تؤخذ فى الاعتبار عند الاختيار .

• المقاطع :

عند التعرض للشدّ فإن الخوصة المفلطحة والكابلات والأسلاك تناسب هذا الموقف ، ومع ذلك فإن هذه الأنواع أو المقاطع ضعيفة جدًا إذا تعرضت للضغط ، ففى الحالة الثانية يكون من الأنسب استخدام العوارض ذات المقاطع على شكل L ، I ، U وهكذا .

• العوارض :

يسمى أى عضو يقاوم الانحناء « عارضة » ، وهذه العوارض تستخدم بكثرة عند إنشاء الكبارى والمبانى حينما نريد أن نغطى فجوة ونقاوم حمل . وتعتمد صلابة العارضة (قدرتها على مقاومة الانحناء) على المادة المختارة وكذلك مقطع العارضة .



مقاطع تناسب الشد والضغط معًا — مقاطع تناسب الشد ولكنها ضعيفة عند الضغط

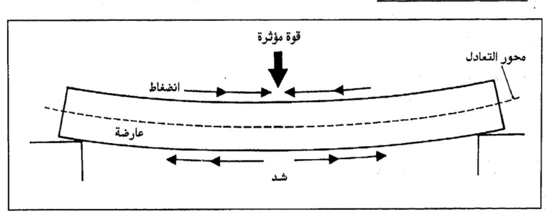
وحتى نتعرف على ذلك فإن صلابة عارضة بسيطة

تتناسب مع العرض × العمق^{٣}

أى ض × ع^{٣} (ع هو البعد الموازى للحمل)

ومن هنا فإنه لو كان لدينا عارضة بعديها ض ، ع ، وكان ض أكبر من ع وتتعرض لحمل فإن صلابتها تزداد إذا جعلنا البعد الأصغر « ع » هو العرض و والبعد الأكبر « ض » هو العمق كما فى هو مبين بالشكل .

- **تصميم العارضة :**

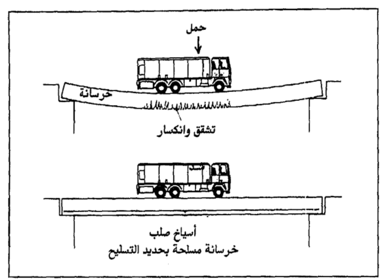


حينما يتم تحميل عارضة كما هو مبين فإن السطح العلوى يتعرض للانضغاط بينما يتعرض السطح السفلى للشدّ . وهناك بين السطحين خط وهمى متوسط نسميه بخط التعادل و عنده تتعادل قوة الشد والضغط وتكون المحصلة « صفر » . وقد كان المعتاد قديمًا استخدام عوارض صماء مصنوعة من المواد الصلبة ، أما فى الوقت الحالى فقط ظهرت تصميمات أخرى جديدة تؤدى نفس العمل ولكنها ذات وزن أخف وتكلفة أقل وتوفر لنا معامل جديد اسمه نسبة الصلابة إلى الوزن .

- **الخرسانة :**

تستخدم الخرسانة عادة فى البناء ، فهى أرخص من الحديد كما إنها لا تصدأ . ولكن الخرسانة بها عيب صارخ وهو أنها لا تتحمل الشدّ وبالتالى تتشقق

بسهولة ، بينما تتحمل ضغطاً كبيراً . معنى ذلك أن الجزء السفلي مـن الكوبـرى معرّض دائماً للتشقق والكسر فما الحل ؟



الإجابة هى فى تسليح الخرسانة بأسياخ الصلب بالقرب من حافتـها السـفلية حتى تقاوم الانحناء الناتج من الحمل بدلاً من الخرسانة وفى بعض الكبارى يتـم شد أسياخ الصلب قبل صب الخرسانة وبعد أن تجف الخرسـانة تحـرر الأسـياخ فتحتفظ بالخرسانة مضغوطة وبالتالى أكثر صلابة ، هـذه هـى الخرسـانة المسـلحة سابقة الإجهاد . جدير بالذكر أن الصلـب والخرسـانة يتمـددان بنفـس الكميـة ، ماذا يحدث لو اختلفا ؟

اختبر معلوماتك

(١) أكمل الجدول الآتى :

الأرض		القمر	
الكتلة	الوزن	الكتلة	الوزن
٦ كجم	....	....	٩,٨١ نيوتن
....	٩٨١ نيوتن	....	....
٣ أطنان	٢٩٤٣٠ نيوتن	....	....
....	٩٨١ كيلو نيوتن	....	....
....	....	٥٠٠ كجم	....

*** اختر الإجابة الصحيحة مما يلى :**

(٢) إذا كان لتر من الماء كتلته ١٠٠٠ جم فإن حجم ٥ كجم من الماء النقى هو :

أ - $\frac{1}{5}$ ب - ٥ لتر

جـ - ٥٠ لتر د - ٥٠٠ لتر

(٣) كتلة ٧ × ١٠^{٣} لتر من الماء النقى هو :

أ - ٧ كجم ب - ٧٠٠ كجم

جـ - ٧ طن د - ٧٠٠ طن

(٤) لثنى شريحة معدنية يجب أن نستعمل :

أ - وزن ب - كتلة

جـ - قوة د - الحرارة لتليين المعدن

(٥) الكمية المتجهة لـها :

أ - مقدار ب - اتجاه

جـ - مقدار وسرعة د - مقدار واتجاه

(٦) مثال للكمية العددية هو :

أ ـ عجلة في اتجاه معين ب ـ قوة في اتجاه معين

جـ ـ السرعة في اتجاه معين د ـ الحرارة

(٧) الوزن هو :

أ ـ الكتلة فقط ب ـ قوة الجاذبية المؤثرة على كتلة الجسم

جـ ـ ١ طن د ـ $\frac{1}{6}$ طن

(٨) تعتمد كتلة الجسم على

أ ـ قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم ب ـ عجلة الجاذبية

جـ ـ إجمالي عدد الإلكترونات في الجسم

د ـ كمية المادة الموجودة في جسم

(٩) إذا كانت كتلة جسم ٦ أطنان على سطح الأرض فإن كتلته على سطح القمر هي :

أ ـ ٣٦ طنًا ب ـ ٦ أطنان

جـ ـ ١ طن د ـ $\frac{1}{6}$ طن

(١٠) وزن جسم كتلته ١٠٠ كجم على سطح الأرض هو

أ ـ ٩٨١ كيلو نيوتن ب ـ ٩٨,١ كيلو نيوتن

جـ ـ ٩٨١ نيوتن د ـ ٩,٨١ نيوتن

(١١) مع إهمال أثر مقاومة الرياح فإن سرعة حجر سقط من أعلى مبنى تبلغ .

أ ـ ٠,٩٨١ م/ث بعد ١٠ ثوان ب ـ ٩,٨١ م/ث بعد عشر ثوان

جـ ـ ١٩,٨١ م/ث بعد ١٠ ثوان د ـ ٩٨,١ م/ث بعد عشر ثوان

(١٢) سرعة عربة تزداد من ٦ كم/س إلى ٦٠ كم/س خلال ١٠ ثوان ، إذا العجلة

أ ـ ١,٥ م/ث^{٢} ب ـ ١٥ م/ث^{٢}

جـ ـ ١٥ م/ث^{٢} د ـ ١,٥ م/ث^{٢}

(١٣) كتلة وحدة الحجوم تسمى

أ ـ الوزن　　　ب ـ وزن وحدة الحجوم

جـ ـ الكثافة　　　د ـ كثافة وحدة الحجوم

(١٤) باستخدام الرموز ρ للكثافة ، m للكتلة ، V للحجم فإن معادلة حساب الكثافة هى :

أ ـ $\rho = m \times V$　　　ب ـ $\rho = m / V$

جـ ـ $\rho = V / m$　　　د ـ $\rho = mv^2$

(١٥) كثافة مكعب طول ضلعه ١٠ سم ووزنه ٥ كجم هو :

أ ـ ٥ جم/سم^3　　　ب ـ ٥ كجم/سم^3

جـ ـ ٥٠ جم/سم^3　　　د ـ ٥٠ كجم/سم^3

(١٦) كتلة ٥سم^3 من الرصاص كثافته ١١٣٦٠ كجم/م^3 هى :

أ ـ ٢٢,٧ كجم　　　ب ـ ٢,٢٧ طن

جـ ـ ٥٦,٨ طن　　　د ـ ٥٦٧,٥ كجم

(١٧) إذا كانت كثافة البرافين ٠,٨ جم/سم٣ فإن حجمه ٢٤٠ كجم منه هو :

أ ـ ٠,٠٣ م^3　　　ب ـ ٠,٣ م^3

جـ ـ ٣,٣ م^3　　　د ـ ١٩,٢ م^3

(١٨) كثافة البترول هى ٧٢٠ كجم/م^3 ، إذًا حجم ، طنّين هو :

أ ـ ٢٧٧ لترًا　　　ب ـ ٢٧٧٨ لترًا

جـ ـ ٣٦٠٠ لتر　　　د ـ ٣٦٠٠٠ لتر

(١٩) يستخدم الميزان ذو الكفتين لمقارنة :

أ ـ الكتل　　　ب ـ الأوزان

جـ ـ القوى　　　د ـ الكثافات

(٢٠) حجم سائل فى مخبار قياس هو ٢٠٠ ميلليمتر وعند غمر جسم فيه كان الحجم ٢٤٠ ميلليمتر فإن حجم الجسم هو :

أ ـ ٢,٤ سم^{٣} ب ـ ٤,٠ سم^{٣}

جـ ـ ٢٤ سم^{٣} د ـ ٤٠ سم^{٣}

(٢١) إذا كانت قنينة كثافة حجمها ٥٠ ميلليلترًا هو ١٥٠ جم ، وهى فارغة ، وكتلتها ٢٠١ جم وهى مملوءة فإن كثافة السائل هى :

أ ـ ١,٠٢ جم/سم^{٣} ب ـ ١٠,٢ جم/سم^{٣}

جـ ـ ٥١ جم/سم^{٣} د ـ ٢٠,١ جم/سم^{٣}

(٢٢) كثافة الغاز يجب تصحيحها عند درجة الحرارة والضغط القياسيين S T P وهى :

أ ـ ٢٠°م و ٧٦٠ مم زئبق ب ـ صفر° م و ٧٦ مم زئبق

جـ ـ صفر° م و ٧٦٠ مم زئبق د ـ ٦٨° ف و ٧٦٠ مم زئبق

(٢٣)إذا كان كثافة الماء النقى ١٠٠٠ كجم/م^{٣} وعجلة الجاذبية هى ٩,٨١ م/ث فإن الوزن النوعى للماء هو :

أ ـ ١٠١,٩٤ نيوتن/م^{٣} ب ـ ٩٨١٠ نيوتن/م^{٣}

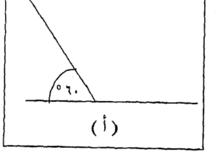
جـ ـ ١٠١,٩٤ كجم/م^{٣} د ـ ٩٨١٠ كجم/م^{٣}

(٢٤) منشور مثلث مصنوع من مادة كثافتها ١,١٢ جم/سم^{٣} فإذا كانت العجلة جـ هى ٩,٨١ م/ث فإن ذرة وحدة الحجوم هى :

أ ـ ١٠,٩٨ نيوتن/سم^{٣} ب ـ ١٠,٩٨ كيلو نيوتن/سم^{٣}

جـ ـ ٨,٦٧ كيلو نيوتن/سم^{٣} جـ ـ ٨,٧٦ نيوتن/سم^{٣}

(٢٥) باستخدام مقياس رسم ١ سم لكل ١٠٠ نيوتن ارسم متجها على خط العمل المعطى فى شكل (أ) لتمثيل قوة مقدارها ٤٠٠ نيوتن تعمل بزاوية مقدارها ٦٠° على الأفقى .

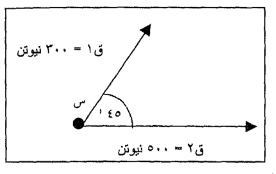


(أ)

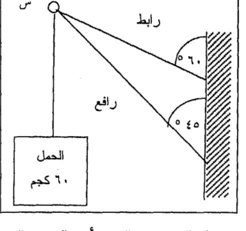
(٢٦) أكمل متوازى أضلاع القوى بالشكل (ب) للقوتين المبينتين ثم حدّد :

١ ـ مقدار واتجاه المحصلة $ق_م$.

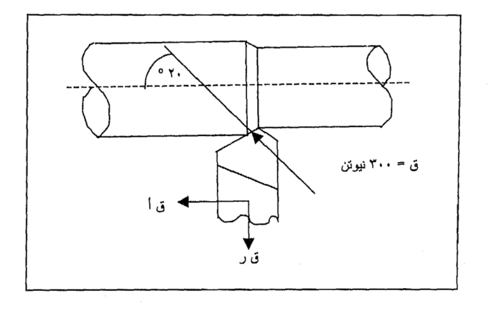
٢ ـ مقدار واتجاه قوة الاتزان .



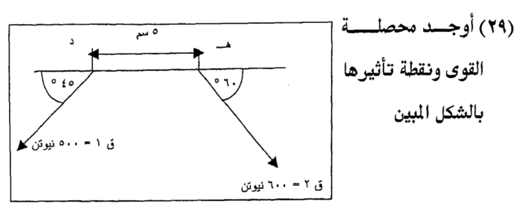
(٢٧) ارسم مثلث القوى بالرباط والرافع والحمل وحدد مقدار واتجاه القوى فى الرباط والرافع (جـ = ٩,٨١ م/ث)



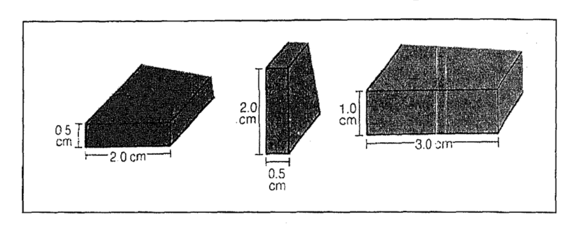
(٢٨) حلل قوة القطع فى الشكل المبين (ق) إلى قوتين : قوة رأسية $ق_ر$ وقوة أفقية $ق_أ$ وأوجد مقدارهما .



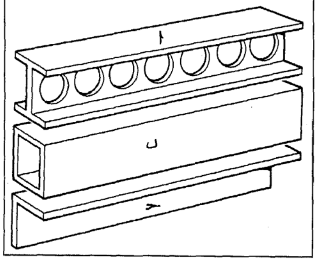
(٢٩) أوجـــد محصلـــة القوى ونقطة تأثيرها بالشكل المبين



(٣٠) ما هو المقطع الأكثر صلابة فى العوارض الآتية :



(٣١) لمـــاذا تعتـــبر العارضة « أ » هــى أفضــل العارضـــات الثلاثة فى الشكل ؟



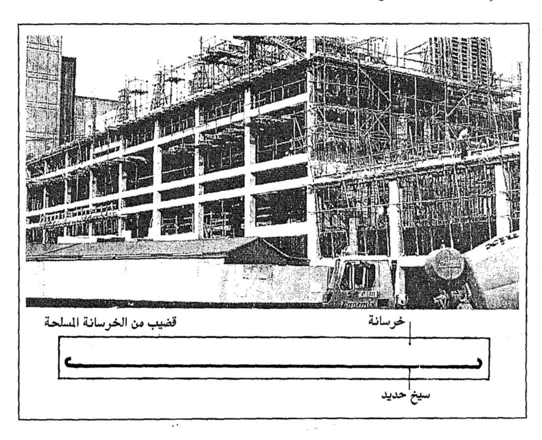
(٣٢) لتصميم حامل علامات مرور كالمبين فإننا سوف نســتخدم نوعين مـن المقـاطع : الخوصـة المفلطحـة والزاويـة ، الزاويـة ثمنـها ضعـف ثمـن الخوصة .

(أ)اختر أنسب القضبان لتنفيذ هذا الهيكل بحيث يكون صلباً وقوياً وفى نفس الوقت أقل وزناً وثمناً .

(ب) ميز داخل الدوائر أنواع المقاطع التى اخترتها بوضع « ص » للخوصة و « ز » للزاوية .

(٣٣) يتم إنشاء المبانى الحديثة باستخدام هيكل من جمالونات و أعمدة الأسمنت ، والأسمنت أو الخرسانة ممتازة فى تحمل الضغط ولكنها لا تتحمل الشد وبالتالى فإن الخرسانة الصافية لديها نقطة ضعف .

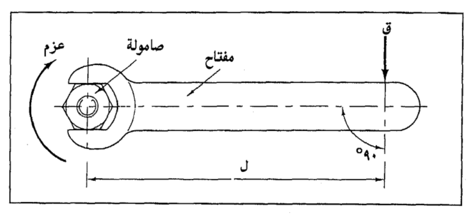
وضح من الرسم القادم كيف عالج سيخ الحديد هذه المشكلة ووضح إجهادات الشد والضغط .



الوحدة الرابعة

العــزوم والاتــزان

• عزم الدوران :



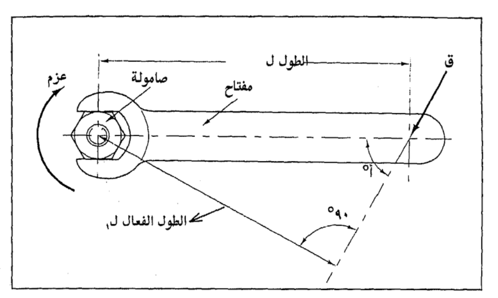
حينما نستخدم مفتاحاً لفك صامولة فإننا نؤثر بقوة « ق » على اليد وعلى بعد « ل » من مركز الصامولة والأثر الناتج عن ذلك هو ما نسميه بعزم القوة . هذا العزم يزيد إذا زادت القوة المؤثرة ، كما يزيد إذا زاد ذراع العزم « ل » الذى نسميه أيضًا « مسافة الرفع » Leverage distance .

والعزم يساوى القوة المؤثرة مضروباً فى ذراع العزم المقاس من نقطة تأثير القوة حتى محور الدوران .

ع = ق × ل　　　نيوتن . متر

ماذا يحدث لو أن القوة كانت مائلة بدلاً من عمودية كما فى الشكل التالى ؟

فى الواقع أن ذراع العزم الفعلى هو المسافة العمودية بين محور الدوران وخط عمل القوة ($ل_١$) فى الشكل القادم وهو بدوره يساوى ل × حا أ

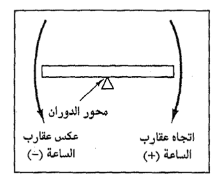


وبالتالى فإن العزم الناتج هو :

ع = ق × ل١

= ق × ل × حا أ

• نظرية العزوم :



قبل الدخول فى تفصيلات أكثر ينبغى أن نتفق أولاً على بعض التعريفات نتبينها من الشكل المقابل :

أ ـ **محور الدوران** : هو النقطة التى يدور حولها الجسم أو يتوقع أن يدور حولها بتأثير العزم

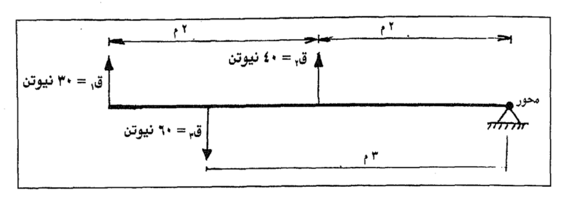
ب ـ **ذراع العزم** : هو المسافة العمودية من محور الدوران حتى خط القوة .

جـ ـ **العزم الموجب** : هو ما يدور فى اتجاه عقارب الساعة حول محور الدوران .

د ـ **العزم السالب** : هو ما يدور فى اتجاه عكس عقارب الساعة حول محور الدوران .

هـ ـ **محصلة العزوم** : هو الفرق بين مجموع العزوم الموجبة والسالبة جبرياً

* مثال



إن تحليل الشكل يبين ما يلى :

١ ـ أن محصلة القوى الثلاثة المؤثرة ق$_١$ ، ق$_٢$ ، ق$_٣$ حيث أنها كلها متوازية = الفرق بين القوى على اعتبار أن الاتجاه إلى أعلى موجب وإلى أسفل سالب

ق$_م$ = ق$_١$ + ق$_٢$ − ق$_٣$ = ٣٠ + ٤٠ − ٦٠ = ١٠ نيوتن (لأعلى)

٢ ـ محصلة العزوم :

أ ـ العزوم الموجبة (فى اتجاه عقارب الساعة)

م$_١$ = ق$_١$ × ل$_١$ = ٣٠ × ٤ = ١٢٠ نيوتن . متر

م$_٢$ = ق$_٢$ × ل$_٢$ = ٤٠ × ٢ = ٨٠ نيوتن . متر

ب ـ العزوم السالبة (عكس عقارب الساعة)

م$_٣$ = ق$_٣$ × ل$_٣$ = ٦٠ × ٣ = ١٨٠ نيوتن . متر

جـ ـ محصلة العزوم = م$_١$ + م$_٢$ − م$_٣$

= ١٢٠ + ٨٠ − ١٨٠ = ٢٠ نيوتن . متر

(فى اتجاه عقارب الساعة (+)

٣ ـ نستطيع أن نستخدم محصلة العزوم لإيجاد نقطة تأثير محصلة القوى التى يجب أن تعطى نفس محصلة العزوم حول المحور

ق$_م$ × ل$_م$ = ٢٠ نيوتن . متر

١٠ × ل$_م$ = ٢٠ نيوتن . متر

∴ ل$_م$ = $\frac{٢٠}{١٠}$ = ٢ متر

أي أن محصلة القوة تعمل على نفس خط عمل ق$_2$ وحيث أن العزم موجب فهى تعمل فى اتجاه عقارب الساعة أى إلى أعلى .

• الاتزان :

فى المثال السابق تناولنا العزوم فى اتجاهات مختلفة وغير متساوية مما نتج عنه قوة تمثل محصلة القوى المعطاة وتحاول أو تسبب الدوران حول محور . هذه المرة سنتعامل مع عزوم متضادة ومتساوية . فى الميزان ك$_1$ ، ك$_2$ كتلتان متساويتان ، ولهذا فهو مستوٍ أفقيًا ونتيجة لذلك فإنه رد الفعل (محصلة القوى ق$_م$) تساوى مجموع القوتين ق$_1$ + ق$_2$ كذلك فإن ق$_1$ ، ق$_2$ تقعان على بعدين متساويين من محور الدوران وبالتالى فإن العزوم حول هذا المحور متساوية أيضا ومتزنة لأنها مضادة وبالتالى ليس هناك « أى دوران » .

مما سبق نستنتج أنه عندما يكون الجسم فى حالة اتزان تحت تأثير عدة قوى ، فإن مجموع العزوم فى اتجاه عقارب الساعة حول نقطة معينة تساوى مجموع العزوم فى اتجاه عكسى عقارب الساعة حول نفس النقطة . والشروط اللازمة للاتزان هى ما يلى :

أ ـ مجموع القوة المؤثرة على الجسم فى الاتجاه الأفقى = صفر مج ق$_أ$ = صفر

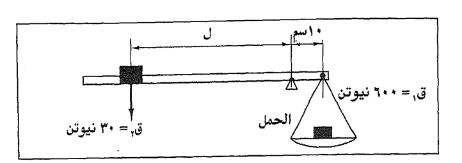
ب ـ مجموع القوة المؤثرة على الجسم فى الاتجاه الرأسى = صفر مج ق$_ر$ = صفر

جـ ـ مجموع العزوم المؤثرة على الجسم حول نقطة ما = صفر مج ع = صفر

*** مثال :**

احسب المسافة « ل » بين ق$_2$ والمحور التى تحقق الاتزان مع ق$_1$.

عادة ونحن نحسب فإننا نبحث عن الوحدات المناسبة وهى النيوتن والمتر ، ولكن يمكننا أيضاً أن نتعامل بالسم والملليمتر .



بشرط واحد هو أن نتعامل مع وحدة واحدة طول الوقت ، وفى مثالنا هذا سنختار الـ « سم » كوحدة مناسبة ، إذًا بأخذ العزوم حول محور الدوران فإنه عند الاتزان :

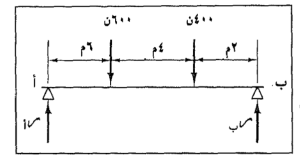
مجموع العزوم فى اتجاه عقارب الساعة = مجموع العزوم فى عكس عقارب الساعة

٦٠٠ ن × ١٠ سم = ٣٠ × ل سم

∴ ل = $\frac{١٠ × ٦٠٠}{٣٠}$ = ٢٠٠ سم

والقوة المحصلة (رد الفعل عند المحور) $ق_م$ = $ق_١$ + $ق_٢$ = ٦٠٠ + ٣٠ = ٦٣٠ نيوتن

* **مثال آخر :**



فى العارضة المبينة بالشكل المطلوب إيجاد ردّى الفعل $ر_أ$ ، $ر_ب$.

١ ـ من الاتزان فإن مجموع القوى فى الاتجاه الرأسى

مج $ق_ر$ = صفر

∴ $ر_أ$ + $ر_ب$ − ٤٠٠ − ٦٠٠ = صفر

∴ $ر_أ$ + $ر_ب$ = ١٠٠٠ نيوتن

٢ ـ لإيجاد $ر_أ$ فإننا نأخذ العزوم حول ب لإزالة $ر_ب$

(عزمها حول ب = صفر لأن ذراعها = صفر)

∴ $ر_أ$ × ١٢ − ٤٠٠ × ٢ − ٦٠٠ × ٦ = صفر

(تذكر أن كل عزم فى اتجاه عقارب الساعة هو موجب والعكس)

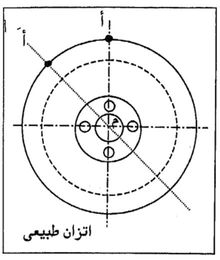
∴ ١٢ $ر_أ$ = ٨٠٠ + ٣٦٠٠

∴ رأ = $\frac{٤٤٠٠}{١٢}$ = ٣٦٦,٧ نيوتن

ومن المعادلة (١)

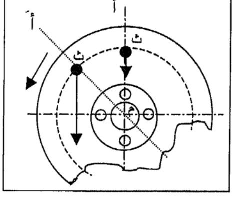
رب = ١٠٠٠ − ٣٦٦,٧ = ٦٣٣,٣ نيوتن

• الاتزان الطبيعى :



فى الشكل لدينا حذّافة محور دورانها فى م وتدور بحرية حول هذا المحور . وحتى تلاشى أى اهتزاز فإنها متزنة تماماً بمعنى أنها تستطيع أن تستقر على أى وضع أديرت إليه (مثلاً أ أو أَ) . كذلك فلأنها متماثلة فإن مركز ثقل الحذّافة يقع فى مركزها « م » على محور الدوران ، ويظل مركز الثقل على وضعه فلا يرتفع أو ينخفض إذا دارت الحذّافة . وفى هذه الحالّة فنحن نعتبر الحذافة فى حالة « اتزان طبيعى » .

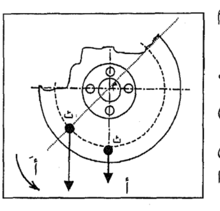
• الاتزان غير الثابت :



أما إذا حدث وانكسر جزء من الحذافة كما هو مبين فإن مركز ثقل الحذافة « ث » لا يصبح فى مركزها « م » وإنما يقع على جانب من محور الدوران وليس على المحور نفسه كما فى الحالة السابقة وفى الوضع أ فإن تأثير ثقل الحذّافة يمر بالمركز م كما يوضح السهم وبالتالى فليس هناك أى عزم دوران ، ولكن أى حركة خفيفة (من أ إلى أَ) سوف تتسبب فى إزاحة مركز الثقل بعيدا عن الخط الرأسى مما ينتج عنه استمرار دوران الحذافة حتى يصل

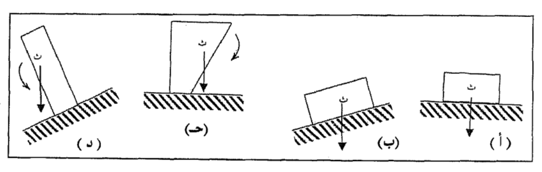
مركز الثقل إلى أسفل محور الدوران مباشرة حيث يتلاشى أى عزم وتستقر عندها الحذافة . وحيث أن مركز الثقل فوق محور الدوران م فإن أى حركة مهما كانت بسيطة تجعل الحذافة تتحرك إلى اليمين أو إلى اليسار وتدور حتى يصل مركز الثقل إلى أسفل محور الدوران . هذه الحالة نسميها « اتزان غير ثابت » (الوضع أ) .

• الاتزان الثابت :



عند وصول مركز الثقل أسفل النقطة م (كما فى الوضع أ) فان أى موثر يلغيها يمينا أو يسارا سوف يرفع مركز الثقل « ث » وبالتالى ينتج عزم دوران (كما فى الوضع أ) يعيد الحذافة الى وضعها الأصلى أ حيث يقع مركز الثقل تحت المركز م مباشرة وهكذا إذا كانت أى إزاحة سوف تسبب رفع مركز الثقل عن وضعه الأصلى بحيث ينتج عزم يعيد الجسم إلى وضعه الأصلى فإننا نجعل الجسم فى حالة (اتزان ثابت) .

• الثبات :

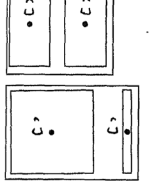


حينما يوضع جسم على مستوى أفقى أو مائل فإنه يظل على ثباته بشرط أن يمر الخط الرأسى المار بمركز ثقله بقاعدة هذا الجسم كما هو مبين بالشكلين

أ ، ب أما إذا كان هذا الخط الرأسى لا يمر بقاعدة الجسم فإنه ينقلب دون أى مؤثر خارجى كما فى الشكلين جـ ، د ويمكن الاحتفاظ بثبات الجسم المبين فى شكل د إذا وضع على مستوى أفقى أو مستوى مائل بدرجة صغيرة (زاوية صغيرة) بحيث يمر الخط الرأسى بقاعدته . والقواعد العامة للثبات هى كالآتى :

- يجب أن يمر خط عمل قوة الجاذبية المار بمركز ثقل الجسم بقاعدة هذا الجسم .
- يجب أن تكون قاعدة هذا الجسم أعرض ما يمكن حتى يظل خط عمل قوة الجاذبية ماراً بها حتى إذا زاد ميل الجسم .
- يجب تصميم الجسم بحيث يقع مركز ثقله منخفضاً بقدر الإمكان وبحيث تكون نقطة تأثيره داخل الجسم أيضاً .
- كلما كان الجسم ثقيلاً زاد ذلك من ثباته .

• كيف نوجد مركز ثقل الأشكال المختلفة ؟



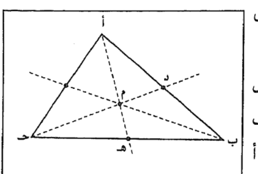
نستطيع أن نخمن بسهولة أين تقع مراكز الثقل فى الأشكال المنتظمة والمتماثلة فالمكعب مثلاً يقع مركز ثقله فى مركزه تماماً وكذلك الكرة يقع مركز ثقلها فى مركزها تماماً وبصفة عامة يقع مركز الثقل على محور التماثل دائمًا .

فإذا أخذنا مكعباً وقسمناه قسمين متماثلين تمامًا فأين يقع مركز ثقل كل منهما ؟

فى هذه الحالة لدينا جسمين متماثلين كل منهما يمثل نصف المكعب وبالتالى يقع مركز كل منهما على محور التناظر (وهو فى هذه الحالة أقرب إلى سطح الجسم) فإذا استمرينا فى قطع ذلك المكعب إلى شرائح أرفع وأرفع فإن مركز الثقل يقترب أكثر وأكثر إلى السطح حتى تستحيل الشريحة فى النهاية إلى مساحة وهنا يقع مركز الثقل فى المركز الهندسى لهذه المساحة .

• إيجاد المركز الـهندسى للمساحات المختلفة :

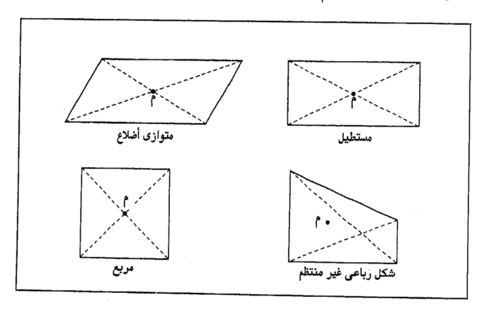
١ ـ المثلثات



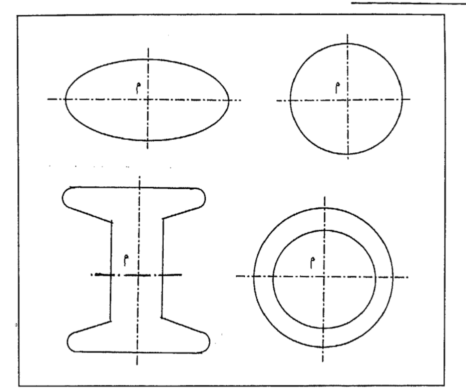
نستطيع أن نحدد المركز الـهندسى لأى مثلث أ ب جـ بأن توجد نقطة متوسطات هذا المثلث . والمتوسط هو الخط الواصل بين رأس المثلث (أ مثلاً) ومنتصف الضلع المقابل (هـ) . فإذا قمنا بتوصيل أ هـ ، جـ د فأنهما يتقاطعاً فى « م » وهى المركز الـهندسى للمثلث .

٢ ـ الشكل الرباعى

بالنسبة للأشكال المتناظرة كالمستطيل والمربع فإن المركز يقع فى نقطة تقاطع قطرى الشكل . كذلك بالنسبة لمتوازى الأضلاع . أما فى الشكل الرباعى غير المنتظم وغير المتناظر فإن المركز لا يقع عند تقاطع القطرين . ولا نزال نستطيع تحديده وإنما ليس باستخدام الطرق الـهندسية البسيطة .



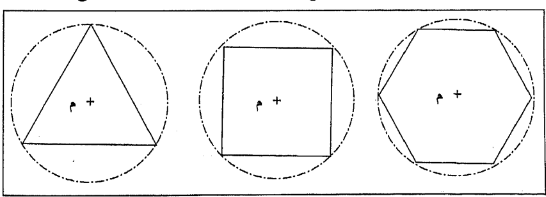
• **خطوط التناظر :**



خط التناظر كما هو معروف يقسم الشكل إلى جزئين متناظرين تماماً أحدهما هو صورة بالمرآة للآخر وخط التناظر يقطع المركز الهندسى للشكل فى نقطة منه ، فإذا كان هناك خطان متناظران فإن المركز يقع عند نقطة تقاطعهما كما فى « م » للأشكال المبينة .

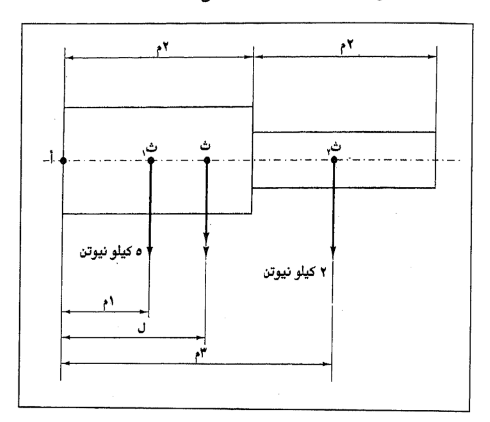
٣ ــ متعدد الأضلاع المنتظم

يقع المركز الهندسى بالنسبة لمتعددات الأضلاع المنتظمة فى مركز الدائرة التى تمر برؤوس الشكل (المثلث ، المربع ، المخمس ، المسدس ، . . . الخ) .



• مركز ثقل الشكل المركب :

فى الشكل المبين نستطيع إيجاد مركز الثقل باستخدام قاعدة العزوم . وبالنسبة لهذا العمود فهناك عدة حقائق كالآتى :



- وزن الجزء ذو القطر الأكبر (الأيسر) هو ٥ كيلو نيوتن .
- وهذا الجزء دائرى وبالتالى يقع مركز ثقله فى منتصف محوره ث$_1$.
- بالمثل فالجزء الأصغر ووزنه ٢ كيلو نيوتن يقع مركز ثقله فى منتصف محوره ث$_2$.
- الوزن الكلى للعمود هو ٧ كيلو نيوتن ويؤثر فى مركز الثقل الكلى ث والمطلوب تحديد مكانه مع العلم بأنه أيضاً يقع على محور التناظر وهو محصلة القوتين ث$_1$ ، ث$_2$.

ولتحديد المسافة ل نأخذ العزوم حول نقطة « أ » كالأتى :

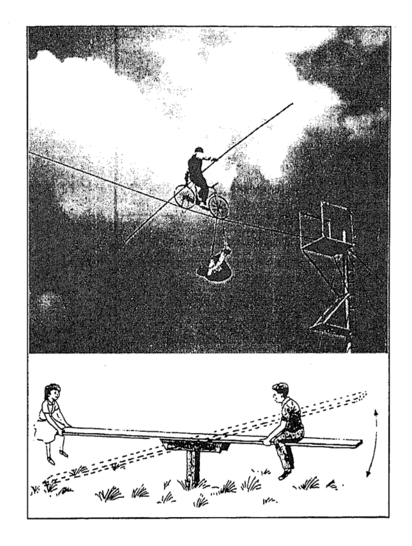
عزم المحصلة = مجموع عزوم القوى حول أ

ث × ل = ث$_1$ × م١ + ث$_2$ × م٣

$= ٥ \times ١ + ٢ \times ٣ = ١١$ كيلو نيوتن . متر

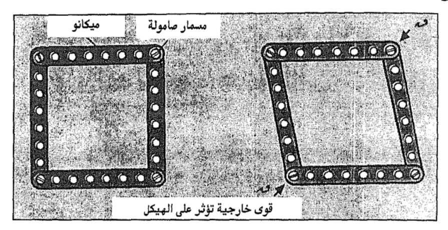
ل $= \frac{١١}{٨} = ١,٥٧$ م

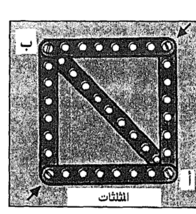
إن التطبيقات العملية لنظرية العزوم كثيرة ومتنوعة فهذا البهلوان الذى يسير على سلك مشدود يستخدم حيلاً كثيرة للاتزان مستخدما عصا طويلة ، كذلك إذا تأملنا أرجوحة الميزان التى يلعب بها الأطفال فإننا حتى يمكننا استخدام الأرجوحة بطريقة سليمة فإن الجسم الأثقل يجب أن يقترب أكثر من محور الأرجوحة لنحصل على الاتزان ، وهو هنا فى الصورة جسم الولد .

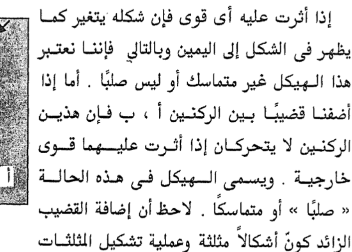


• الصلابة :

من المـــهم عنـد تصميـم الـــهياكل أن يكـون الـــهيكل متماسـكاً صلبـاً فـالشكل الرباعى المبين .





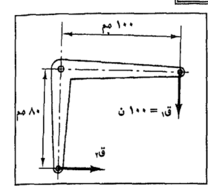


إذا أثرت عليه أى قوى فإن شكله يتغير كمـا يظهر فى الشكل إلى اليمين وبالتالي فإننـا نعتـبر هذا الـهيكل غير متماسك أو ليس صلبًا . أما إذا أضفنـا قضيبًـا بـين الركنـين أ ، ب فـإن هذيـن الركنـين لا يتحركـان إذا أثـرت عليـــهما قــوى خارجيـة . ويسـمى الـــهيكل فـى هـذه الحالــة « صلبًا » أو متماسكًا . لاحظ أن إضافة القضيب الزائد كونّ أشكالاً مثلثة وعملية تشكيل المثلثـات هـذه تـؤدّى إلى تماسـك أى هيكـل لأن الشكـــل المثلث هو أكثر الـهياكل « صلابة » .

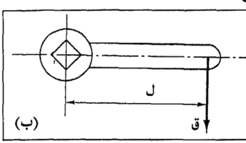
اختبر معلوماتك

(١) فى الشكل (أ) أوجد القوة $ق_٢$

اللازمة للاتزان مع $ق_١$



(٢) فى الشكل (ب) عزم الدوران للمفتاح هو



أ ــ ق

ب ــ ق × ل

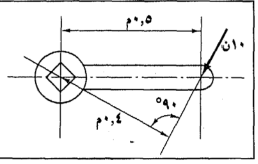
جـ ـ $\frac{ق}{ل}$ د ـ ق × $ل^٢$

(٣) وحدة العزوم هى :

أ ـ نيوتن . متر ب ــ نيوتن/متر

جـ ـ نيوتن د ـ كجم/متر

(٤) عزم الدوران للمفتاح المبين هو :



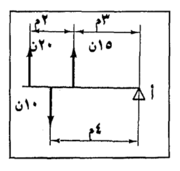
أ ـ ٢٠ ن/م

ب ــ ٢٥ ن/م

جـ ـ ٥ نيوتن . متر

د ـ ٤ نيوتن . متر

(٥) مقدار محصلة القوى للنظام المبين هو :



أ ـ ٣,٥ ن

ب ــ ٢٥ ن

جـ ـ ٣٠ ن

د ـ ٣٥ ن

(٦) **فى نفس الشكل فإن بعد نقطة تأثير محصلة القوى عن محور الدوران أ هو :**

أ ـ ٤,٢ م يسار أ متجهة لأعلى .   ب ـ ٤,٢ م يمين أ متجهة لأعلى

جـ ـ ٩,٢ م يسار أ متجهة لأعلى   د ـ ٩,٢ م يمين أ متجهة لأعلى

(٧) **حتى يتحقق الاتزان فإن**

أ ـ العزوم فى اتجاه عقارب الساعة حول نقطة يساوى العزوم فى اتجاه عكس عقارب الساعة .

ب ـ العزوم فى اتجاه عقارب الساعة حول نقطة مقسومًا على العزوم فى اتجاه عكس عقارب الساعة = صفر .

جـ ـ العزوم فى اتجاه عقارب الساعة حول نقطة مضروباً فى العزوم فى اتجاه عقارب الساعة = ١

د ـ العزوم فى اتجاه عقارب الساعة حول نقطة ناقص العزوم فى اتجاه عكس عقارب الساعة = ١

(٨) **عند اتزان جسم فإنه يتحقق الآتى :**

أ ـ مج $ق_{ا}$ = صفر   ب ـ مج $ق_{ر}$ = صفر

جـ ـ مج ع = صفر   د ـ كل ما سبق

(٩) **طول « ل » ليتحقق الاتزان هو**

أ ـ ١م   ب ـ جـ م

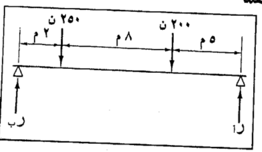
جـ ـ ١٠م   د ـ ٢٠ م

(١٠) **أما قيمة ق م فهى :**

أ ـ ٥ ن   ب ـ ٨٠ ن

جـ ـ ١٢٠ ن   د ـ ٢ كيلو نيوتن

(١١) **فى الشكل المبين فإن $ر_{ا}$ ، $ر_{ب}$ هما**



أ ـ $ر_{ا}$ = $ر_{ب}$ = ٢٥٠ ن

ب ـ $ر_{ا}$ = $ر_{ب}$ = ٥٠٠ ن

جـ ـ $ر_{ا}$ = ٢٠٠ ن ، $ر_{ب}$ = ٣٠٠ ن

د ـ $ر_{ا}$ = ٣٠٠ ن ، $ر_{ب}$ = ٢٠٠ ن

(١٢) العجلة المتزنة تماماً بحيث تدور بحرية حول محورها هى فى حالة :

أ ــ اتزان ثابت　　　ب ــ اتزان غير ثابت

جـ ـ اتزان طبيعى　　　د ــ اتزان سالب

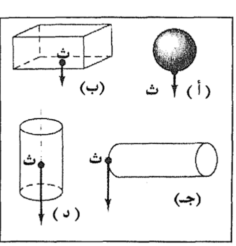
(١٣) إذا كان لدينا جسم ذو قاعدة عريضة وكان خط عمل ثقل هذا الجسم يمر بالقاعدة فإن الجسم يكون :

أ ــ ثابتاً

ب ــ ليس ثابتاً تماماً

جـ ــ غير ثابت قليلاً

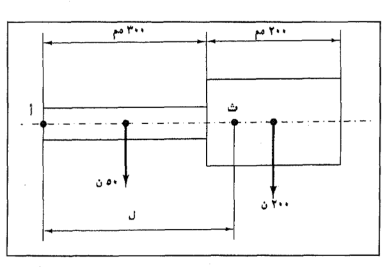
د ـ غير ثابت



(١٤) أى الأشكال المبينة محدّد مركز ثقله بطريقة صحيحة (أنظر الشكل المقابل) .

(١٥) مكعب من النحاس يلتصق بآخر من الصلب بغشاء رقيق يمكن إهماله ، كل مكعب طول حرفه ١٠٠ مم ، فإذا كانت كثافة النحاس ٨,٥ جم/سم^{٢} وكثافة الصلب ٧,٨ جم/سم^{٣} . وكانت العجلة جـ = ١٠/ث^{٢} فاحسب مكان مركز ثقل الجسم من جهة النحاس .

(١٦) فى الشكل المبين احسب قيمة ث والمسافة ل :



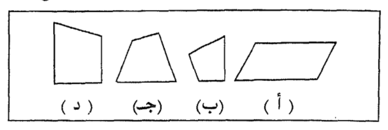
أ ـ ث = ٥٠٠ ن
، ل = ٤٠٠ مم

ب ــ ث = ١٥٠ ن
، ل = ٣٠٠ مم

جـ ـ ث = ٢٠٠ ن
، ل = ٢٠٠ مم

د ـ ث = ٢٥٠ ن
، ل = ٣٥٠ مم

(١٧) أى الأشكال الآتية يقع المركز الـهندسى له عند تقاطع القطرين ؟

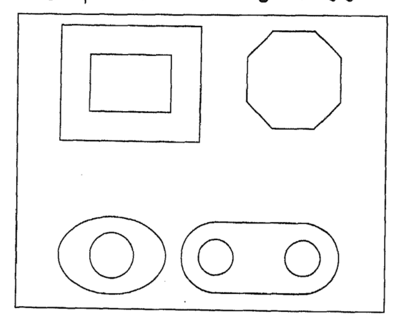


(١٨) الخط الذى يقسم أى شكل إلى جزئين كل منهما صورة بالمرآة من الآخر يسمى :

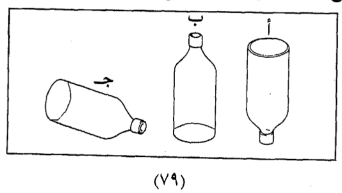
أ ــ خط العمل ب ـ المحور

جـ ـ خط التناظر د ـ خط الإنشاء

(١٩) حدد المركز الـهندسى للأشكال المبينة باستخدام خطوط التناظر :



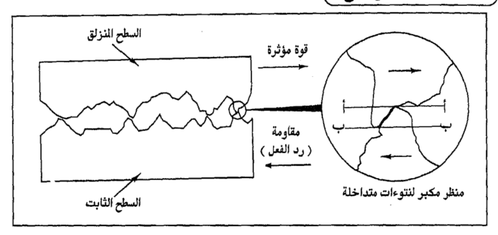
(٢٠) ما نوع الاتزان فى كل من أوضاع الزجاجة أ ، ب ، جـ ؟



الوحدة الخامسة

الاحتكاك والآلات

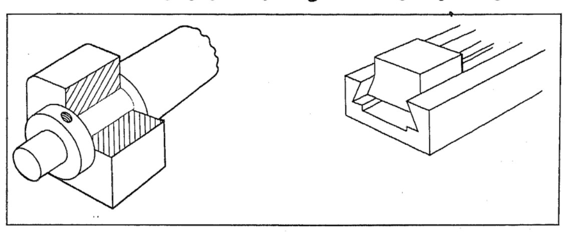
• الاحتكاك الانزلاقى :



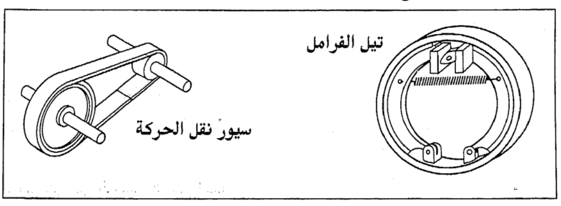
يمكن تعريف الاحتكاك عموماً بأنه المقاومة التى تعاكس حركة سطح على سطح آخر . وإذا فحصنا أى سطح تحت الميكروسكوب فإنه يبدو على هيئة نتوءات ومنخفضات دقيقة إذا التقت بسطح آخر اعتمدت على النقاط العالية فى كلا السطحين كما هو مبين . وتحت ضغط وزن الجسم العلوى تتداخل تلك النتوءات وقبل الحركة مباشرة (انزلاق سطح على سطح) فإن عليها أن تقص فى اتجاه أ – أ أو ب – ب أو كليهما معًا . ولما كان هذا يحدث فى كل النتوءات المتداخلة من السطحين فإن قوة الاحتكاك هى مجموع قوى القصّ فيها ، واستمرار التداخل والقصّ بالحركة والوقوف يؤدى إلى تآكل السطحين المتلامسين فى الحالة الجافة . إن الاحتكاك الواقع فى كراسى التحميل bearings لا يؤدى فقط إلى التآكل وإنما أيضًا إلى فقد الطاقة ، بمعنى أن الطاقة الميكانيكية اللازمة باستمرار لقص النتوءات المتداخلة تتحول إلى طاقة حرارية ، وطاقة صوتية

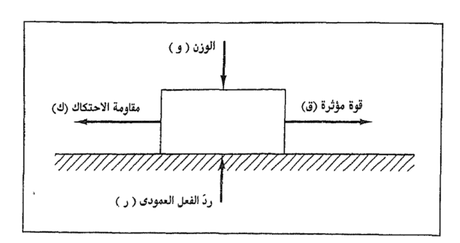
(صرير المعادن المحتكة) . كذلك فإن الحرارة الناتجة قد تؤدى فى النهاية إلى انصهار وأحياناً التحام المعادن المتلامسة . وهذه الحالة الأخيرة تسمى الالتصاق . فى كلتا الحالتين يتلف الكرسى . إن ذرات الغبار الدقيقة التى توجد على أسطوانة الفرامل فى السيارة ما هى إلا نتيجة التآكل المستمر لتيل الفرامل والإسطوانة نفسها ، وهذه الذرات كانت فى الأساس تلك النتوءات العالية التى قصت من السطحين . وحتى الآن فنحن نتناول الاحتكاك باعتباره سببًا من أسباب تآكل الأجزاء إلا أن الاحتكاك له مزايا كما أن له عيوبًا ، وبعض الأمثلة نسوقها فى الحالات الآتية

أ ــ الاحتكاك بين أسطح التحميل غير مرغوب فيه نظراً لفقدان الطاقة والتآكل وانهيار الدقة كما فى الأجزاء الدائرة والمنزلقة .



ب ـ الاحتكاك بين تيل الفرامل والأسطوانة أو بين السيور المختلفة وبكرات الدوران هو احتكاك مرغوب لنقل أو منع الحركة . وفى هذه الحالة يجب ألا يسمح الاحتكاك بالانزلاق (كوجود زيت أو نحوه) أو الإفلات .





الشكل العلوى يبين جسم على سطح فى حالة سكون والقوى المؤثرة عليه وهى

ـ وزن الجسم إلى أسفل .

ـ ردّ الفعل العمودى إلى أعلى والذى يؤثر به السطح على الجسم لمنعه من الحركة لأسفل وهو دائماً عمودى على السطح .

ـ القوة المؤثرة التى تحاول تحريك الجسم إلى اليمين (ق) .

ـ قوة الاحتكاك بسبب تفاعلات نتوءات السطحين المتلامسين وهى تقاوم القوة المؤثرة .

وحتى يتحرك الجسم لابد للقوة ق أن تتغلب على الاحتكاك وهى هنا قوة جرّ أو شدّ ، ومن الممكن أيضاً أن تكون قوة دفع بلا أى تغيير فى الأثر .

من ناحية أخرى فإن ر ، ك هما ردّا فعلٍ للقوتين المؤثرتين وهما الوزن وقوة الشدّ وبالتالى لابد أن يكونا أقل منهما أو على أقصى تقدير مساويين لهما ، وبلغة الرياضة فإن :

ك ⩽ ق ، ر ⩽ و

فلنتناول أولاً الوضع فى حالة الاحتكاك الاستاتيكى (عند سكون الجسم) وعندما تكون القوة ق غير كافية للتغلب على قوة الاحتكاك ك . والعلاقة هى :

ك = م ر أو $\frac{ك}{ر}$ = م حيث ك = ق ، ر = و ، م = معامل الاحتكاك

أما فى حالة الحركة فإن ك تقل كثيراً وبالتالى فإن الاحتكاك عند الانزلاق هو دائماً أقل من الاحتكاك عند السكون .

ويبين الجدول التالى معامل الاحتكاك الاستاتيكى بين الأسطح المختلفة :

الأسطح عند الاحتكاك الجاف	م
حديد زهر على نحاس أصفر	٠,١٥
صلب على نحاس أصفر	٠,١٦
صلب على حديد زهر	٠,٢
صلب على صلب	٠,٢٥
حديد زهر على جلد	٠,٥٥
تيل فرامل على حديد زهر	٠,٦
مطاط على أسفلت	٠,٦٥
مطاط على أسمنت	٠,٧٠

* **مثال :**

احسب معامل الاحتكاك بين سطحين اذا كانت قوة من ٥٠ نيوتن غير قادرة على تحريك وزن ٢٥٠ نيوتن .

م = $\frac{ق}{ر}$ = $\frac{٥٠ ن}{٢٥٠ ن}$ = ٠,٢ حيث أن ك = ق = ٥٠ ن ، ر = و = ٢٥٠ ن

لاحظ أن معامل الاحتكاك ليس له وحدات .

* **مثال :**

احسب وزن كتلة من النحاس الأصفر على سطح حديد من الزهر إذا كانت القوة اللازمة لجعل الجسم على وشك الحركة هى ٣٠ نيوتن (استخدم الجدول السابق) .

م = $\frac{ك}{ر}$ = $\frac{ق}{و}$ = $\frac{٣٠ ن}{و}$ = ٠,١٥

∴ و = $\frac{٣٠}{٠,١٥}$ = ٢٠٠ نيوتن

• التزييت :

يعتمد معامل الاحتكاك بين سطحين على ما يلى :

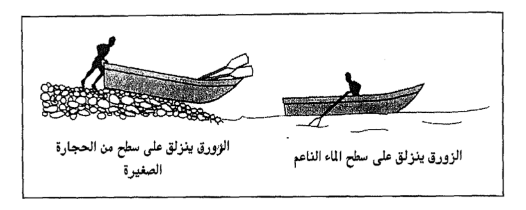
ـ درجة نعومة الأسطح الحاملة .

ـ المواد المصنوع منها الأسطح .

ـ السكون من الحركة (عند الحركة فإن الاحتكاك يكون أقل عند ثبوت العوامل الأخرى) .

ـ وجود زيت أو شحم بين الأسطح المتلامسة .

وللأغراض العملية فإن مساحة التلامس بين السطحين لا تؤثر على الاحتكاك بينهما وإنما تؤثر على معدل التآكل عند بدء الحركة .

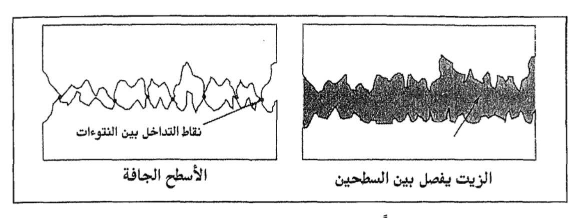


الزورق ينزلق على سطح من الحجارة الصغيرة

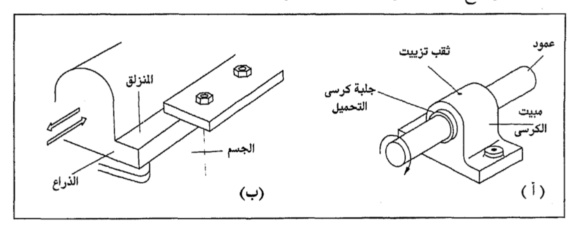
الزورق ينزلق على سطح الماء الناعم

أى الوضعين فى الشكل المبين يتطلب قوة أكبر : جرّ القارب على سطح من الحجارة الصغيرة أم الانزلاق على سطح الماء ؟ وأى الوضعين يسبب تآكلاً أكبر لبطن القارب ؟

هذا المثال يوضح فائدة استخدام مشحم . فأى مادة تزييت تساعد على إبعاد السطحين عن بعضهما ، وهكذا يقع الاحتكاك بين جزيئات الزيت نفسه . من المهم أيضًا أن يتميز الزيت بمعامل احتكاك صغير وأن يلتصق بالسطحين جيدًا حتى يتكون غشاء من الزيت (فيلم) بصفة دائمة . ويبين الشكل التالى الفارق بين كراسى التحميل الجافة والأخرى باستخدام الزيت أو الشحم . وتعتمد المشحمات بصفة عامة على الزيوت المعدنية الناتجة من الصناعات



البتروكيميائية وهناك أيضاً بعض الزيوت المصنعة لأغراض خاصة . وتتميز هذه الزيوت بأنه يمكن ضبطها لتتحمل ظروفاً معينة وكذلك بأنها غير قابلة للاشتعال . وفى بعض الحالات أيضاً يستخدم فيها زيوت البذور النباتية أو الشحوم الحيوانية كما يمكن خلطها بالزيوت المعدنية لإنتاج زيوت القطع المعدنية ذات الخدمة الشاقة حيث لا تصلح الزيوت المعدنية وحدها لهذه الأغراض فهى لا تتحمل درجات الحرارة العالية والضغوط الكبيرة الموجودة بين أداة القطع ورقيقة المعدن التى تزيلها ، هذا إلى جانب أنها لا توفر تزييتًا صحيحاً وينتج عند احتراقها أدخنة ضارة .



فى الشكل (أ) عندما يدور العمود داخل كرس التحميل فإنه يشدّ الزيت حوله بين العمود والكرسى لمنع الاحتكاك الجاف . أما فى المقشطة المبينة فى الشكل (ب) فإن حركة الجزء المتردد ذهاباً وإياباً لا يجذب الزيت داخل كرسى التحميل وفى هذه الحالة ينبغى اختيار نوع من الزيت يلتصق بقوة بين الأسطح المحتكة . لاحظ أن :

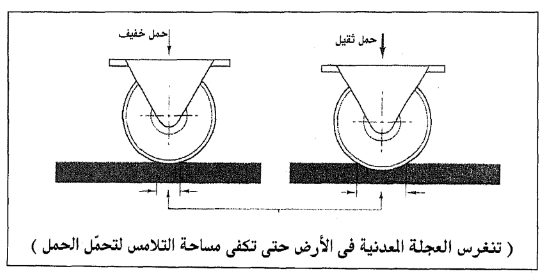
ـ الزيوت هى نوع من المشحمات السائلة .

ـ الشحوم هى خليط بين الزيوت والصابون الليّن .

ـ معظم السوائل توفر درجة ما من التزييت ، فالسيارة تنزلق بسهولة على الطريق المبتل أكثر من الطريق الجاف .

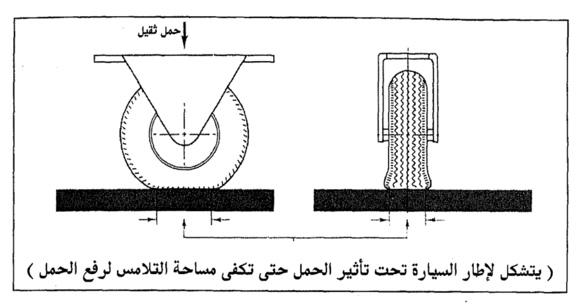
• الكراسى الدّوارة Rolling bearings:

إن الافتراض النظرى هو أن أى أسطوانة صلبة تتخذ شكلاً أسطوانياً تاماً إذا وضعت على سطح مستو ، وأنها تتماس مع هذا المستوى فى خط تلامس ، كما أن الأسطوانة لا تتشكل ولا حتى السطح الذى تتدحرج عليه وليس هناك أى انزلاق وبالتالى فليس هناك أى احتكاك . وعملياً فإن هذه الافتراضات غير سليمة وبعض التشكّل والتغيرّ يحدث للأسطوانة أو السطح أو الاثنين معًا اعتمادًا على صلادة المادتين حتى يستطيع السطح المتلامس تحمل الحمل الدافع على الكرسى ، كما أن هناك بعض الانزلاق بين الأسطح المتلامسة .



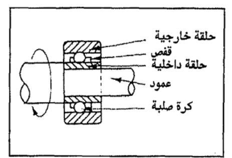
(تنغرس العجلة المعدنية فى الأرض حتى تكفى مساحة التلامس لتحمّل الحمل)

يبين الشكل أعلاه حالة عجلة صلبة تنغرس فى أرضية أقل صلابة حتى يمكن للحمل الثقيل أن يتوزع على مسافة أكبر .



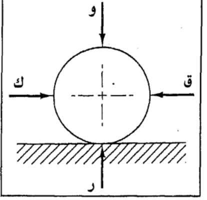
(يتشكل لإطار السيارة تحت تأثير الحمل حتى تكفى مساحة التلامس لرفع الحمل)

كما أن الشكل أعلاه يوضح كيف يتفلطح إطار السيارة حتى يتكون سطح كافٍ لرفع الحمل الواقع . والإطار المطاطى يسبب أقل تلف للسطح الذى يتدحرج عليه .



إن التركيب الحقيقى للكرسى الدّوار يعتمد على أسطوانات تتدحرج بين حلقتين كما هو مبين بالشكل أو كرات من الحديد على أبعاد متساوية . وهذه الكرات والحلقات تتشكل بدرجة كافية لتحمل أحمالاً كبيرة وحتى فى هذه الأنواع فهناك بعض الانزلاق وكذلك الحاجة إلى بعض التزييت . إلا أن الاحتكاك الواقع فى الكراسى الدوارة أقل بكثير منه فى الكراسى المسطحة التى تقاوم نفس الحمل . ولحساب معامل الاحتكاك فى الكراسى الدّوارة فإننا نستخدم مرة ثانية المعادلة :

$$م = \frac{ك}{ر}$$



جدير بالذكر أنه كلما كان تشكل أو انبعاج الحلقات والكرات أقل ما يمكن فإن الانزلاق يكون قليلاً وبالتالى الاحتكاك ولهذا فإن هذه الكراسى تصنع من مواد ذات صلابة عالية وعلى درجة من النعومة والدقة للإقلال أيضاً من التآكل .

• الاحتكاك والأمن والسلامة على الطريق :

يعتمد قائدو السيارات والدراجات على الاحتكاك لإيقاف عرباتهم ودراجاتهم . وعندما يضطر قائد السيارة لإيقافها فإنه يستغرق وقتاً يسيرًا لردّ الفعل . وخلال هذا الوقت تكون السيارة قد قطعت بعض الأمتار . تلك المسافة تسمى « مسافة التفكير » ويستغرق التفكير عادة حوالى ٠,٧ ثانية تزداد إذا كان السائق واقع تحت تأثير مخدر أو مرهق . أما مساحة الفرامل فهى المسافة التى تقطعها السيارة اعتبارًا من الضغط على بدال الفرامل حتى يتوقف تماماً . وتزيد مسافة الفرامل طبقاً للآتى .

ــ إذا كانت السيارة تسير أسرع . فالطاقة الحركية للسيارة تتناسب مع مربع سرعتها بمعنى أنه لو تضاعفت سرعة السيارة ثلاث مرات فإن طاقتها الحركية تتضاعف ٩ مرات وبالتالى تتضاعف مسافة الفرامل ٩ مرات . ومن المعروف أن الفرامل تحول كل الطاقة الحركية للسيارة إلى حرارة .

ــ إذا كانت السيارة أثقل وزناً لأن طاقة الحركة تتناسب مع الكتلة (التى تتناسب مع الوزن) .

ــ إذا كان الطريق مبتلاً أو ناعماً ، فعلى الطريق المبتل تصبح مسافة الفرامل الضعف كذلك من الممكن للسيارة أن تنزلق ، وعادة ما تستخدم طرق ذات خشونة عالية وبالأخص عند إشارات المرور حتى تساعد السيارات على الوقوف بسرعة .

ــ إذا كانت السيارة رديئة الصيانة ومتآكلة الإطارات أو تيل الفرامل ، فالتجاديف التى فى إطار السيارة يجب ألا يقل عمقها عن ١,٦ مم لأنها تكسح الماء من على الطريق أثناء السير .

مما سبق يتضح أن المسافة الكلية تحسب من المعادلة الآتية :

المسافة الكلية للفرامل = مسافة التفكير (رد الفعل لدى السائق) + مسافة الفرامل

ويبين الشكل التالى المسافات المثالية باستخدام فرامل جيدة وطريقة جاف وردّ فعل جيد لقائد السيارة .

أقصر مسافة فرملية على طريق جاف وفرامل جيدة ورد فعل جيد من السائق

عند سرعة ١٠ م/ث (٣٦ كم/س)

مسافة التفكير ٧ م — مسافة الفرامل ٨م — المسافة الكلية ١٠م

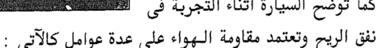
عند سرعة ٢٠ م/ث (٧٢ كم/س)

مسافة التفكير ١٤م — مسافة الفرامل ٣٢م — المسافة الكلية ٤٦م

عند سرعة ٣٠ م/ث (١٠٨ كم/س)

مسافة التفكير ٢١م — مسافة الفرامل ٧٢م — المسافة الكلية ٩٣م

• الاحتكاك بالـهواء :



يصمم جسم السيارة بحيث تدفق الـهواء سلسًا ناعمًا بقدر الإمكان ، ويقلل الشكل الانسياب لـها من مقاومة الـهواء الناتجة عن الاحتكاك كما توضح السيارة أثناء التجربة فى نفق الريح وتعتمد مقاومة الـهواء على عدة عوامل كالآتى :

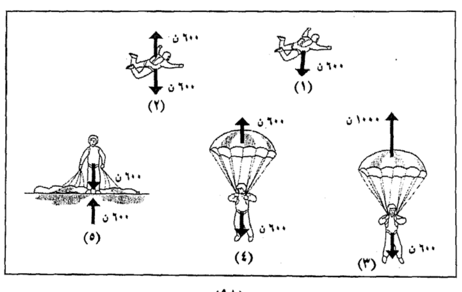
ـ الشكل ، فسيارات السباق والـزوارق تتميز بشكل انسيابى للتقليل من مقاومة الـهواء .

ـ الحجم ، فالباراشوت الكبير يهبط ببطء .

ـ السرعة ، فالاحتكاك يزيد بزيادة السرعة حتى تصل سرعة السيارة أو الباراشوت إلى سرعة نهائية لا يتعداها .

ـ الوسط الذى يتحرك فيه الشيء ، فمثلاً الاحتكاك فى الماء أكبر منه فى الـهواء بمعنى أن الماء أكثر لزوجة من الـهواء .

وعلى عكس السيارة فإن الباراشوت (أو مظلة الـهبوط) يصمم بحيث نحصل على أكبر قدر من المقاومة للحصول على هبوط سهل وناعم . وبينما يـهبط القافز فإن طاقة الوضع لديه (بسبب ارتفاعه عن الأرض) تتحول تدريجياً إلى طاقة حركية حيث يسرع الـهبوط وكذلك إلى حرارة بسبب الاحتكاك بالـهواء .



يوضح التسلسل المبين كيف يستخدم القافز بالمظلة مقاومة الهواء فى الهبوط إلى الأرض بسلام .

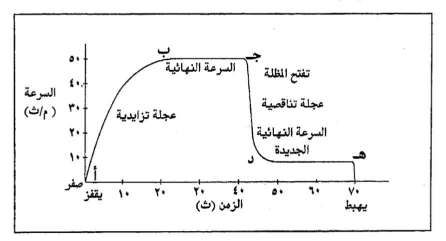
(١) فى البداية تكون هناك قوة واحدة مؤثرة على الهابط وهى وزنه ويساوى هنا ٦٠٠ ن ، وهذه القوة غير المتزنة تزيد من سرعة هبوطه .

(٢) وبينما يسرع الهابط تزداد فى المقابل قوة الاحتكاك وفى النهاية تتساوى القوتان وتتزنان فتثبت سرعته وتسمى فى هذه الحالة بالسرعة النهائية .

(٣) وعندما تنفتح المظلة تزداد مرة أخرى المقاومة وتكون المحصلة إلى أعلى فتبطئ سرعة هبوطه إلى أن ....

(٤) تتساوى القوتان مرة أخرى فتصل سرعة هبوطه إلى سرعة نهائية جديدة أقل من الأولى .

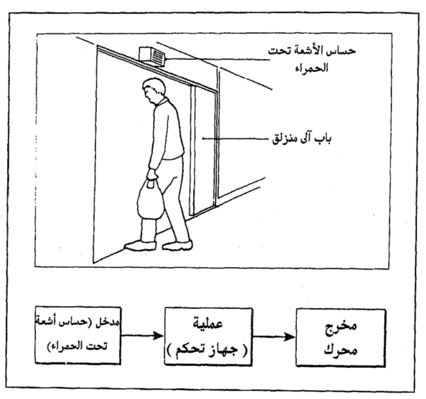
(٥) وعندما تصطدم قدماه بالأرض يلاقى ردًّا مفاجئًا يفقده سرعته ويكون هنا قد هبط بسلام ويوضح الشكل المقابل تغير سرعة الهابط من لحظة القفز إلى لحظة الوصول .



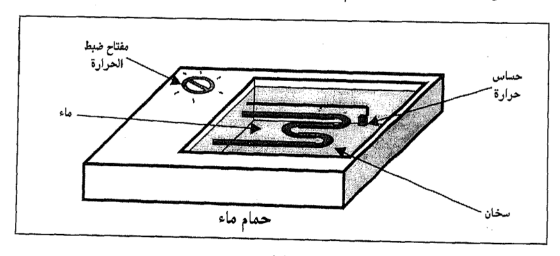
• نظم التحكم :

فى العصر الحديث يتخذ التحكم صوراً عديدة للسيطرة باستخدام الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية والهوائية والتحكم فى معناه البسيط يدور حول جعل الأشياء تعمل بطريقة سليمة عن طريق التحكم فى هذا العمل . كمثال معروف أبواب المحلات فى الأسواق التى تفتح وتقفل آليًا وهذا النوع من نظم التحكم

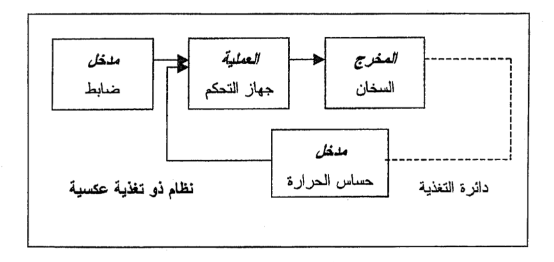
يسمى بالحلقة المفتوحة ويتكون نظام الحلقة المفتوحة من مدخل معين input ينتج عند مدخل معين output ، ففى المثال المبين بالشكل عندما ينشط حساس الأشعة تحت الحمراء (المدخل) يفتح الباب ويقفل (المخرج) ، كذلك فإنه لا شىء يغير هذا السلوك .



أما نظام الحلقة المغلقة Closed Loop فيتميز بوجود تغذية عكسية feed back وهذا ما يبين مثال حمام فيما يلى :



إذا نظرت لنظام حمام الماء فستعرف أنه أحد الأجهزة التى تستخدم فى المعامل لحفظ الأشياء عند درجة حرارة محددة . وهذا الجهاز له جزئان يعملان كمدخل ، أحدهما هو مفتاح ضبط الحرارة ومهمته ضبط درجة الحرارة المطلوبة للماء ، أما الجزء الثانى فهو حساس الحرارة ، ويعمل كمجسّ لها . والجزء الذى يعمل كمخرج فهو سخان وظيفته تسخين الماء ، أما جهاز التحكم فيتكون من دائرة إلكترونية مهمتها التحكم فى السخان بتشغيله وإبطاله والتغذية العكسية تصدر من حساس الحرارة فى صورة إشارة كهربية لجهاز التحكم الذى يقوم بمقارنة الإشارة القادمة بالإشارة من مفتاح ضبط الحرارة ، فإذا تساوت الإشارتان فإن جهاز التحكم يعرف أن الحرارة المطلوبة قد تم الوصول إليها فيطفىء السخان ، أما إذا انخفضت حرارة الماء فإن جهاز التحكم يقوم بتشغيل السخان مرة ثانية ، وهكذا يحتفظ الماء بدرجة حرارته وبالنظر إلى الرسم المبين فإن حلقة التغذية العكسية تعود واضحة ، ودورها فحص ما يحدث عند المخرج وإذا اقتضت الضرورة تغيير ما يحدث على عكس الحلقة المفتوحة .



• الآليات mechanisms :

إن التطور التكنولوجى على مر العصور ارتبط دائماً بالقدرة على تطويع الطاقة . تلك الطاقة أطرف ما فيها أنه يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى فمثلاً طاقة الحركة للماء المندفع يمكن تحويلها عن طريقة ناعورة water wheel إلى طاقة حركة دائرية وبالمثل فإن مولدات طواحين الهواء تحول الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربية فى أسلاك المولد الكهربى هذه وغيرها من محولات أشكال الطاقة المختلفة هى ما نسيمه بالآلات .



كوريك السيارة

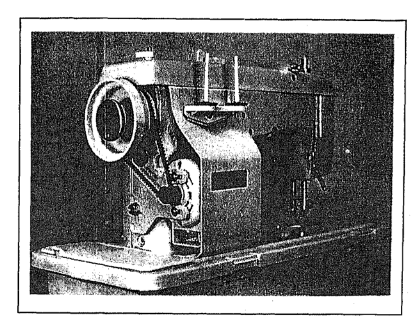
هذه الآلات سواء كانت بسيطة أو معقدة تتكون فى مضمونها من آليات بسيطة .

والآلية هى جهاز بسيط يحول مدخل من قوة وحركة إلى مخرج من قوة وحركة فى شكل آخر مطلوب . إن أبسط مثال على ذلك هو كوريك السيارة المبين فى الصورة ، فهو يتكون من قلاووظ وصامولة . وهذه الآلية تحول الحركة الدائرية الناتجة من لفّ القلاووظ إلى حركة مستقيمة عند الصامولة ، وهكذا تحول قوة صغيرة عند القلاووظ إلى قوة كبيرة عند الصامولة .

وبهذه الطريقة يمكن للسائق رفع السيارة . وغير رافعة السيارة فإن معظم الآلات الحديثة تخفى آلياتها عن الأنظار داخل أجسامها أو خلف ألواح ، وللأغراض الجمالية والوظيفية والأمان فنحن لا نراها . وسوف نتعرف فيما يلى على أنواع الآليات الشائعة :

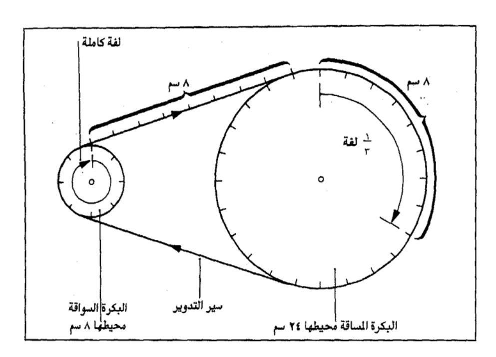
• البكرات :

تعتبر الحركة الدائرية من أكثر الأنواع شيوعاً بين الماكينات وفى بعض الأحيان تقتضى الضرورة نقل الحركة من عمود لآخر ، فماكينة الخياطة الموضحة ، وكذلك الغسالة الأتوماتيكية تنتقل فيهما الحركة من عمود المحرك إلى بكرة التشغيل . والبكرة هى عجلة ذات تجويف يمر فيه سير مرن يربط بين البكرات المختلفة وهكذا نستطيع نقل الحركة الدائرية أو العزم . ويتميز نظام البكرات بالهدوء عند التشغيل وعدم الاحتياج إلى تزييت بالإضافة إلى رخص ثمنه . أما أهم عيوبه فهو الانزلاق ولهذا ينبغى استعماله حيث لا يؤثر الانزلاق على عمل الماكينة .



• نسبة السرعة :

عندما تدور بكرة صغيرة لإدارة بكرة كبيرة فإن الأخيرة تدور بسرعة أبطأ . وهذا يمكن تفسيره بالنظر إلى الشكل المقابل لنظام البكرات إذا كان محيط البكرة « السوّاقة » هو ١٠ سم والبكرة « المساقة » هو ٣٠ سم فإن لفة كاملة للبكرة السواقة تدفع ١٠ سم للسير إلى الأمام وبالتالى تدور البكرة المساقة ثلث لفة . ونتيجة لذلك تدور البكرة المساقة بسرعة تساوى ثلث البكرة السواقة . والنسبة بين سرعة البكرة السواقة والبكرة المسوقة تسمى نسبة السرعة وهى فى حالتنا ٣ : ١



∴ نسبة السرعة = $\frac{\text{محيط البكرة المساقة}}{\text{محيط البكرة السواقة}} = \frac{\text{قطر البكرة المساقة}}{\text{قطر البكرة السواقة}}$

وطالما عرفنا السرعة فإننا نستطيع حساب سرعة دوران عمود التشغيل إذا عرفنا سرعة دوران عمود البكرة السواقة كالآتى :

سرعة عمود التشغيل (البكرة المساقة) = $\frac{\text{سرعة العمود السوّاق}}{\text{نسبة السرعة}}$

أو سرعة العمود المساق = $\frac{\text{سرعة دوران العمود السوّاق} \times \text{قطر البكرة السوّاقة}}{\text{قطر البكرة المساقة}}$

* **مثال :**

إذا كانت نسبة سرعة نظام البكرات هو ٢ : ١ وسرعة دوران العمود السوّاق هو ٦٠ لفة/دقيقة فما سرعة العمود المساق ؟

سرعة العمود المساق = ٦٠ ÷ $(\frac{٢}{١})$ = $\frac{٦٠}{٢}$ = ٣٠ لفة/دقيقة

أحياناً يكون المطلوب نظام بكرات غير قابل للانزلاق ، وفى هذه الحالة تستخدم بكرات ، وسيور كما فى نظام توقيت الشرارة فى محركات السيارات .



بكرات توقيت الشرارة بمحرك السيارة

ولا تقتصر فائدة البكرات فقط على نقل الحركة ، وإنما تشتمل أيضاً على رفع الأحمال الثقيلة وحتى البكرة المفردة تفيد فى عكس اتجاه القوة المبذولة فمن الأسهل دائما الشدّ إلى أسفل والاستعانة بوزنك مع الشدّ عن دفع أو رفع أى حمل إلى أعلى

• نظام البكرتين :



بكرة واحدة

من الأسهل رفع حمل باستخدام حبل يلتف حول بكرتين ويمكنك أن تلاحظ أن أحد طرفى الحبل يكون مثبتاً بينما يشدّ الرجل الطرف الآخر لرفع البكرة السفلية ولأن هناك بكرتين لرفع الحمل فإن الجهد المطلوب هو تقريبا نصف الحمل . كم يلزم أن يتحرك الجهد لرفع الحمل بمقدار متر واحد الى أعلى ؟

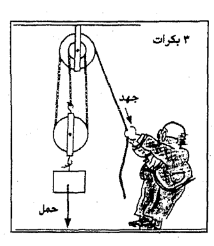
إن البكرة (فى الشكل المقابل) معلقة بواسطة حبلين ، وحتى يرتفع الحمل بمقدار متر واحد لابد أن يقصر طول كل حبل بمقدار « ١ » متر وبالتالى يجب شد الطرف الحرّ لمسافة ٢ متر . وكما هو المبدأ دائماً فإن فى هذه الآلات لابد أن تتحرك القوة الأصغر لمسافة أكبر .

جهد

حمل

بكرتان

• نظام الثلاث بكرات :



يوضح الشكل كيفية توصيل ثلاث بكرات بحبل متصل لجعل عملية الرفع أسهل وأسهل فهناك بكرتان فى الكتلة والحبل مثبت فى البكرة السفلية (عمليًا تستخدم بكرات متساوية الأقطار إلا إننا نبين واحدة أصغر حتى يتبين أين يدور الحبل) .

ودائما ما تكون كفاءة البكرات اقل من ١٠٠٪ لسببين رئيسيين :

١ ـ الاحتكاك الذى يستهلك جزءًا من الطاقة .

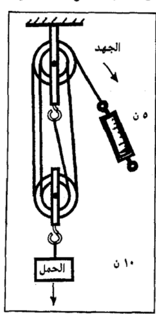
٢ ـ الطاقة المبذولة لرفع البكرة السفلية و الحبل .

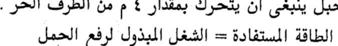
ويستخدم نظام البكرات بصفة شائعة فى رفع محركات السيارات عند الإصلاح .

*** مثال :**

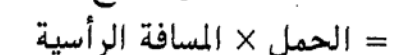
نظام بكرات مكون من أربع بكرات يستخدم لرفع حمل معلوم عند الكتلة السفلية وباستعمال ميزان زنبركى لقياس الجهد المبذول احسب كفاءة هذا النظام .

نفترض أن المراد رفع الحمل لمسافة « ١ » متر رأسياً ، فبناءًا على ذلك يجب أن تقص الأجزاء الأربعة للحبل بمقدار ١ متر لكل منها ، وعليه فإن الحبل ينبغى أن يتحرك بمقدار ٤ م من الطرف الحرّ .





الطاقة المستفادة = الشغل المبذول لرفع الحمل



= الحمل × المسافة الرأسية

= ١٠ ن × ١ متر = ١٠ نيوتن متر

= ١٠ جول

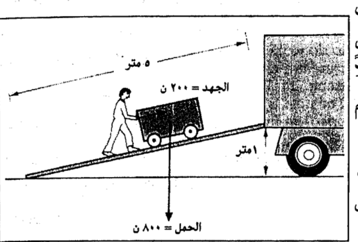
الطاقة الكلية المبذولة = الشغل المبذول بواسطة الجهد

= ٥ ن × ٤ م = ٢٠ نيوتن متر

= ٢٠ جول

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{الطاقة المستفادة}}{\text{الطاقة المبذولة}} = \frac{١٠}{٢٠} = ٥٠ \ \%$$

• المستوى المائل (المحور) :



الميل أو المنحدر هى أمثلة للمستوى المائل ففى الشكل يدفع الرجل حملاً كبيراً فى عربة باستخدام جهد صغير . وفى مثل هذه الآلات ينبغى أن تمشى تلك القوة الصغيرة لمسافة أطول وهى فى هذا المثال طول الميل كله ، بينما يتحرك الحمل رأسياً مسافة أقصر . يتحرك الرجل ٥ أمتار ويرتفع الحمل ١ مترًا واحدًا .

*** مثال :**

احسب كفاءة المنحدر فى الشكل المبين

الطاقة المستفادة = الشغل المبذول ضد الجاذبية = الحمل × المسافة الرأسية المرفوعة

= ٨٠٠ × ١ م = ٨٠٠ جول

الطاقة المبذولة = الشغل المبذول من الرجل = الجهد × المسافة التى تحركها الجهد

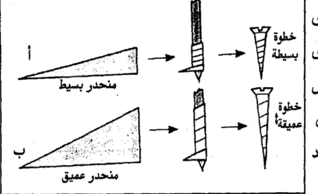
= ٢٠٠ ن × ٥ م = ١٠٠٠ جول

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{الطاقة المستفادة}}{\text{الطاقة المبذولة}} = \frac{٨٠٠}{١٠٠٠} = ٨٠ \%$$

أما كمية الطاقة الباقية وهى ١٠٠٠ – ٨٠٠ = ٢٠٠ جول فهى طاقة مفقودة بسبب الاحتكاك وسوف نتعرض تفصيلاً للطاقة والشغل المبذول فى الوحدة التالية .

أما الآن فلنتقرب أكثر من آلة شائعة هى القلاووظ :

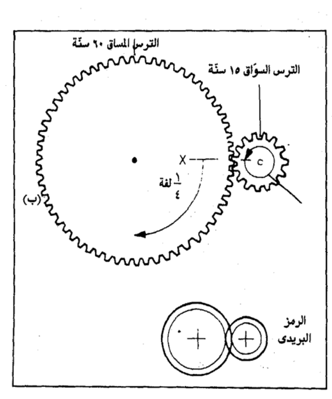
• القلاووظ :



القلاووظ ما هو إلا مستوى مائل ملتف حول المسمار المحوى كما هو مبين ، وكلما زاد ميل المسمار فإن خطوة القلاووظ تكون أكبر (أيهما يحتاج إلى جهد أكبر فى اعتقادك ؟)

والقلاووظ هو طريقة أخرى لتحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة ، فالقلاووظ هو تجويف على سطح قضيب مستدير عند إدارته داخل ثقب مقلوظ أو صامولة يتحرك داخلها فى اتجاه المحور .

• التروس :



التروس تمثل آلة أخرى لنقل الحركة بدون استخدام وصلات نقل (سير أو جنزير .. الخ) فالتروس لديها أسنان تتداخل معًا بطريقة مباشرة ، وهذه الأسنان تتخذ أشكالاً عديدة طبقاً لنوع التروس أو محاور الحركة المنقولة ، فقد تكون متوازية أو متعامدة فى مستوى واحد أو أكثر من مستوى وهكذا .

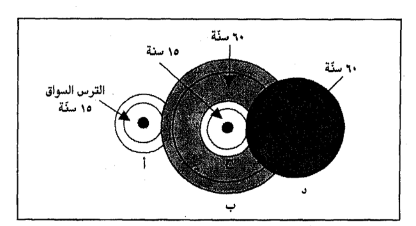
ويوضح الشكل المقابل مجموعة تروس بسيطة حيث الترس « أ » هو السوّاق و « ب » هو المساقة وعندما يدور أ لفة كاملة فإن ١٥ سنة تتحرك بعد العلامة (×) من الترس ب حيث أنه لا انزلاق بين التروس ، وهذا يعادل $\frac{١}{٤}$ لفة . وكما هو الحال في البكرات فإن نسبة السرعة هنا هي ٤ : ١ وتسمى نسبة التروس وهي تحسب كالآتي :

$$\text{نسبة التروس} = \frac{\text{عدد أسنان الترس المساق}}{\text{عدد أسنان الترس السوّاق}}$$

$$= \frac{٦٠}{١٥} = \frac{٤}{١} \text{ أو } ٤ : ١$$

• مجموعة التروس المركبة :

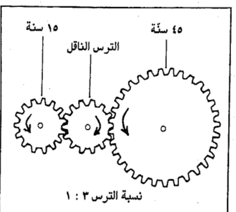
من ناحية أخرى يوضح الشكل التالي مجموعة مركبة من أربعة تروس ، فيهما الترسان ب ، جـ مثبتان على نفس العمود . وعندما يدور الترس أ لفة كاملة يدور ب ربع لفة وكذلك الترس جـ المثبت معه . وبالمثل فإن الترس د يدور ربع لفة إذا دار جـ لفة كاملة وبالتالي فعندما يدور أ لفة كاملة يدور د ربع الربع من اللفة (أي $\frac{١}{١٦}$ لفة) وهكذا فإن نسبة التروس لهذه المجموعة المركبة هي ١٦ : ١ وتحسب من المعادلة الآتية :



$$\text{نسبة التروس} = \frac{\text{عدد أسنان ب}}{\text{عدد أسنان أ}} \times \frac{\text{عدد أسنان د}}{\text{عدد أسنان جـ}} =$$

$$= \frac{٦٠}{١٥} \times \frac{٦٠}{١٥} = \frac{٤}{١} \times \frac{٤}{١} = \frac{١٦}{١} \quad \text{أو} \quad ١٦ : ١$$

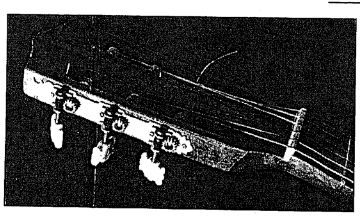
• **الترس الناقل :**



حينما يتصل ترسان فقط فإن اتجاه الدوران لأحدهما يكون عكس الآخر ، وبإضافة ترس إضافى بينهما (ترس ناقل) يدور الترس السوّاق والمساق فى اتجاه واحد كما يبين الشكل . ومن المهم أن نعرف أن الترس الناقل لا يؤثر على نسبة التروس ولا نسبة السرعة .

بصفة عامة يتميز نقل الحركة بواسطة التروس بأنه يحتل خيزًا أصغر ولعب (سماح) أقل بين أسنان التروس إلا أنه فى نفس الوقت غالى الثمن .

• **مجموعة ترس الدودة :**



وتتميز بنقل الحركة بين محاور دوران عمودية وتتكون من ترس الدودة وهو عبارة عن سنّة واحدة فى شكل حلزونى كالقلاووظ ، وعجلة الدورة وتتكون من عدة أسنان . وعند دوران ترس الدودة لفة كاملة تتحرك العجلة سنة واحدة ، وهكذا حتى تدور العجلة لفة كاملة يجب تدوير ترس الدودة عدداً من اللفات يساوى عدد أسنان العجلة (٢٠ لفة فى المثال المبين) ، كذلك فإن نسبة التروس لهذا النظام هى ٢٠ : ١ وحسابها ببساطة يأتى من النسبة بين عدد أسنان عجلة الدودة إلى عدد أسنان ترس الدودة (واحد فى هذه الحالة) . ولما كانت هذه النسبة عالية جدًا فهى قادرة على نقل عزم عال جداً علاوة على العمل بهدوء ونقل الحركة إلى محور متعامد كما يظهر فى الجيتار المبين والذى يمثل أحد تطبيقات هذا النوع من التروس لشدّ الأوتار بقوة بسيطة .

• تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة :

هنـــاك بعـــض المشكـــلات التكنولوجيـة التـى تتطلـب الحركـة فـى خـط مسـتقيم وهنـا يكـون مـن المناسب اسـتخدام مجموعـة التـرس والمشط المبينة . والمشط عبارة عن ترس مستقيم تتداخل أسنانه مع الترس السوّاق المرافق ، فإذا دار الترس تحـرك المشـط فى حركة مستقيمة ، كذلك فإن العكس صحيح عمليـاً ، بمعنـى أنـه إذا حركنـا المشط فإن الترس يدور حول نفسه . لكن ما هى نسبة السرعة فـى هـذه الحالـة .

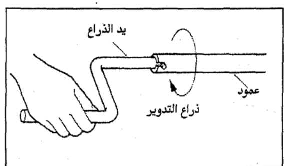
تعتمد النسبة بين سرعة المشط وسرعة الترس على ثلاثة عوامل هى :

١ ـ سرعة دوران الترس . ٢ ـ عدد أسنان الترس .

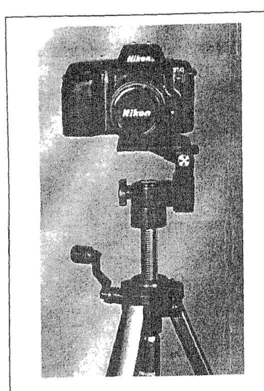
٣ ـ عدد الأسنان فى كل ١ سم من المشط .

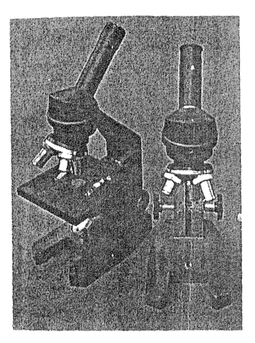
وفى المثال الواضح فإن لفة كاملة للترس تبعًا لـها نفـس عـدد الأسـنان مـن المشط فى حركة مسـتقيمة ، بمعنـى أن دوران الـترس ٢٠ سـنة مـن المشـط ، فإذا كان كل سم من المشط يضم ٥ سنات فإن الحركة المستقيمة للمشط تساوى ٢٠ ÷ ٥ = ٤ سم . وهكذا فإن نسبة السرعة المستقيمة هى ٤ سم لكل لفة من لفات الترس ، فإذا كـانت سـرعة دوران الـترس مثـلاً ١٠ لفـة/د فـإن سـرعة حركة المشط هى ١٠ × ٤ = ٤٠ سم فى الدقيقة . من أشـهر هـذه التطبيقـات الميكروسكوب وحامل الكاميرا (فى الصفحة القادمة).

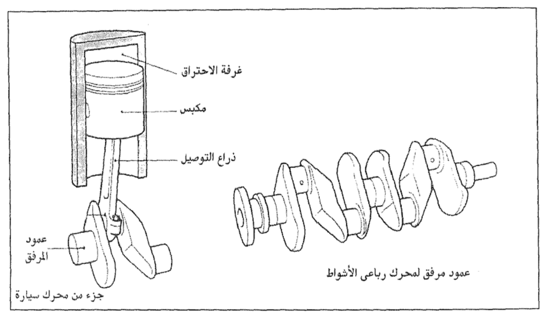
• ذراع التدوير :



وهو من أشهر الألياف التى يمكـن عن طريقها نقـل الحركـة والعـزم مـن حركة مسـتقيمة وعندمـا يوجـد عـدد منها علـى عمـود واحـد فإنـه يسـمى عمود المرفق وهو الموجود فـى محـرك السيارة .







وتتكون هذه المجموعة فى السيارة من مكبس يتلقى قوة الاحتراق وذراع التوصيل ثم عمود المرفق الموضح . والمكبس فى هذه المجموعة يتحرك ترددياً فى خط رأسى مستقيم ، ويتصل بذراع التوصيل الذى يتصل بدوره بعمود المرفق . فإذا تحرك المكبس جيئة وذهاباً فى حركة مستقيمة فإن المرفق يدور لفة كاملة .

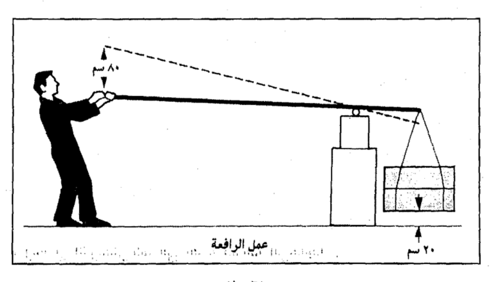
والعكس صحيح تماماً فهناكَ بعض الآليات يدور فيها المرفق فيتحرك المنزلق فى خط مستقيم . ويعتمد مشوار المكبس على طول المرفق الذى إذا دار لفة كاملة يتحرك المكبس مشواراً يساوى ضعف طول هذا المرفق .

• الروافع والوصلات :

الرافعة البسيطة هى قضيب صلب يرتكز على نقطة تسمى محور الارتكاز ، وفائدة الرافعة هى تحويل حركة وقوة إلى حركة وقوة أخرى مطلوبة . مثلاً فإن المفك يستخدم كرافعة عند فتح علبة الطلاء ، والقوة المدخلة تسمى الجهد أما القوة المخرجة فتسمى الحمل . وهناك العديد من الأدوات يحتوى على نظام الروافع بطريقة غير مرئية ، وكلها يشتمل على عناصر الرافعة الثلاثة ، وهى الجهد والحمل ومحور الارتكاز ، ولتقييم نسبة السرعة فى الروافع سنتناول المثال التالى وفيه يحاول نبيل تحريك حمل لمسافة ٢٠ سم ببذل جهد لمسافة ٨٠ سم ، والنسبة بين المسافتين المقطوعتين بواسطة الجهد والحمل تسمى نسبة السرعة :

$$\text{نسبة السرعة} = \frac{\text{المسافة التى يقطعها الجهد}}{\text{المسافة التى يقطعها الحمل}} = \frac{٨٠}{٢٠} = ٤ : ١$$

وكلما كانت النسبة كبيرة أمكننا رفع حمل أكبر بنفس المجهود . وطبقاً لهذه القاعدة فإن نبيل يمكنه رفع حمل قدره ١٢٠٠ نيوتن باستخدام جهد يساوى ٣٠٠ نيوتن فقط .



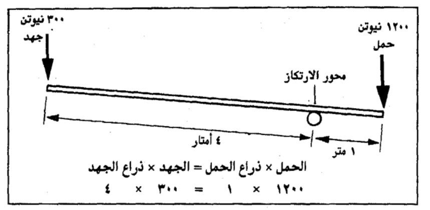
عمل الرافعة

وهندسياً نقول إن الفائدة الميكانيكية لـهذه الرافعة هى ٤ وتحسب كالآتى :

$$\text{الفائدة الميكانيكية} = \frac{\text{الحمل}}{\text{الجهد}} = \frac{1200}{300} = 4$$

• العـزوم :

نستطيع أن نفسر الفائدة الميكانكية المكتسـبة بـين الرافعـة باسـتخدام نظريـة العزوم فعندنا نؤثر بقوة على رافعة فإنها تتحرك حول محور ارتكازهـا ، ويسـمى أثر الدوران هذا بالعزم الذى يعتمد على مقدار القـوة والمسـافة بينـها وبـين محـور الارتكاز وهذه تسمى بذراع القوة .



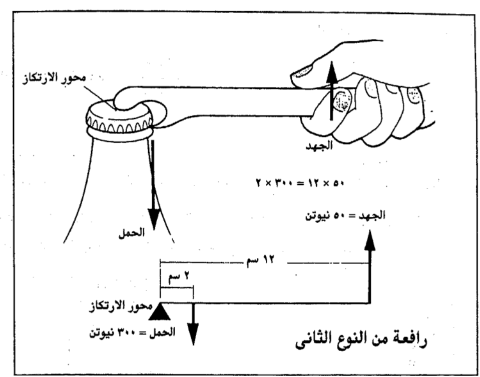
∴ العزم = القوة × ذراع القوة

وعندما تكون الرافعة فى حالة اتزان ، بمعنى أن أثر قوة الجهد يعادل أثر قوة الحمل فإن العزوم عن يمين ويسار محور الارتكاز تكون متساوية بمعنى أن الجـهد × ذراع الجـهد = الحمل × ذراع الحمل

• أنواع الروافع :

هناك ثلاثة أنواع من الروافـع طبقـاً لـترتيب ووضـع الجـهد والحمـل ومحـور الارتكاز :

فالرافعة من النوع الأول (كما فى الشكل السابق) تتميز بـأن محـور الارتكـاز يقع بين الجـهد والحمل ، أما الرافعة من النوع الثانى فتتميز بوقوع الحمـل بـين الجهد ومحور الارتكاز كما فى حالة فتاحة الزجاجة .



رافعة من النوع الثانى

وحتى تزيد من الفائدة الميكانيكية ينبغى أن يكون الحمل أقرب ما يمكن إلى محور الارتكاز ومع ذلك فإن هذا يأتى على حساب ابتعاد الجهد عن المحور .

٣٢ × ٢٠ = ٨ × ٨٠
الجهد
الحمل
الجهد = ٨٠ نيوتن
٨ سم
٣٢ سم
محور الارتكاز
الحمل = ٢٠ نيوتن
رافعة من النوع الثالث

وتمثل ذراع الإنسان رافعة من النوع الثالث وفيها يقع الجهد بين الحمل ومحور الارتكاز ، وهى لا تتميز بأى فائدة ميكانيكية حيث أن الجهد دائماً أكبر من الحمل ، ومع ذلك فإن المسافة التى يتحركها الحمل أكبر من المسافة التى يتحركها الجهد ، وهذا هو التطبيق الوحيد الذى يتطلب رافعة من النوع الثالث .

اختبر معلوماتك

(١) اختر الإجابة الصحيحة مما يأتى :

(١) المقاومة التى تعاكس حركة سطح على آخر تسمى :

أ ـ الخشونة　　ب ـ رد الفعل العمودى

جـ ـ السحب　　د ـ الاحتكاك

(٢) التداخل والقص المستمر لنتوءات الأسطح غير المزِّيتة ينتج عنه :

أ ـ التآكل　　ب ـ تواؤم أفضل

جـ ـ عدم الاحتياج إلى مشحم　　د ـ كراسى تعيش أطول

(٣) الاحتكاك غير المرغوب بين

أ ـ نعل الحذاء والرصيف　　ب ـ العجلة ومحور الدراجة

جـ ـ إطار الدراجة والطريق　　د ـ السير والبكرة

(٤) نحتاج إلى ١٢,٥ نيوتن لبدء تحريك كتلة معدنية وزنها ٥٠ نيوتن على سطح ، معامل الاحتكاك هو :

أ ـ ٠,٢٥　　ب ـ ٤,٠

جـ ـ ٠,٢٥ نيوتن　　د ـ ٤,٠ نيوتن

(٥) القوة اللازمة لبدء تحريك ماكينة كتلتها ١ طن على سطح من الأسمنت هى ٥,٨٨٦ كيلو نيوتن باعتبار حـ = ٩,٨١ م/ث^{٢} فإن معامل الاحتكاك هو :

أ ـ ٠,١٦　　ب ـ ٠,٦

جـ ـ ٠,١٦ كيلو نيوتن　　د ـ ٠,٦ كيلو نيوتن

(٦) مقارنة بقوة مؤثرة فإن رد الفعل يكون :

أ ـ دائماً أقل　　ب ـ دائماً أكبر .

جـ ـ مساوٍ أو أصغر من القوة المؤثرة

د ـ مساوٍ أو أكبر من القوة المؤثرة

(٧) يستعمل مشحم للإقلال من الاحتكاك بين سطحين عن طريق :

أ ـ فصل السطحين عند الحركة فلا تتداخل النتوءات

ب ـ تنعيم السطحين عن طريق التفاعل الكيميائى

جـ ـ تصليد السطحين عن طريق التفاعل الكيميائى

د ـ صقل السطحين المتلامسين .

(٨) عندما يسخن الكرسى عند الاستعمال فإن الزيت المستخدم :

أ ـ يصبح أكثر غلظة ب ـ يظل كما هو

جـ ـ يصبح أخف د ـ يتحول إلى شحم

(٩) فى الكرسى الدوار المثالى :

أ ـ يحدث بعض الانزلاق

ب ـ دائماً ما نحتاج إلى تزييت

جـ ـ هناك بعض التشكل عند نقطة التلامس لمقاومة الحمل

د ـ لا يحدث انزلاق

(١٠) الكراسى الدوارة تستخدم للسبب الآتى :

أ ـ الاحتكاك أقل فى الكراسى المسطحة .

ب ـ الاحتكاك أكبر منه فى الكراسى المسطحة

جـ ـ الاحتكاك هو نفسه كما فى الكراسى المسطحة

د ـ تكلفته أقل من الكراسى المسطحة

(١١) عربة يتم سحبها أعلى منحدر كما هو مبين. احسب :

أ ـ الشغل المبذول من الحمل
(الطاقة المستفادة)

ب ـ الشغل المبذول من الجهد
(الطاقة المبذولة)

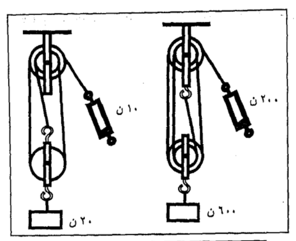
جـ ـ كفاءة الآلة .

(١٢) لكل من نظام البكرات المبين احسب :

أ ـ الشغل المبذول لرفع الحمل إلى أعلى ١ متر

ب ـ الشغل المبذول من الجهد .

جـ ـ النسبة المئوية لكفاءة النظام

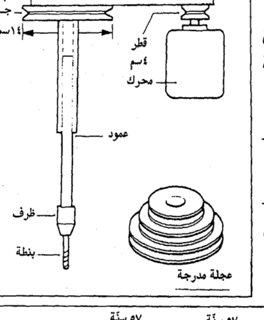


(١٣) الشكل المقابل يبين نظام البكرات متعدد السرعات لثقاب تازجة ، وبتغيير وضع السير نستطيع الحصول على ثلاث سرعات مختلفة للمثقاب .

أ ـ فى أى وضع يجب تعشيق السير للحصول على أكبر سرعة ؟

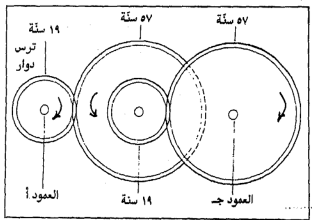
ب ـ اذا كان عمود المحرك يدور بسرعة ١٤٠٠ لفة / د فما هى أكبر سرعة للمثقاب ؟

جـ ـ ما هى أبطأ سرعة للمثقاب ؟



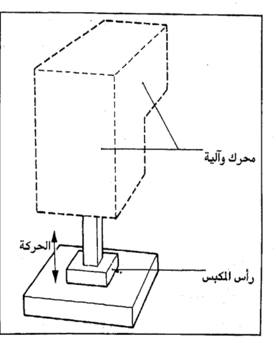
(١٤) ما هى نسبة التروس فى هذا النظام ؟

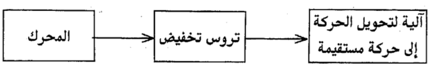
إذا دار العمود أ بسرعة ٣٦ لفة / د فما هى سرعة العمود جـ ؟



(١٥) صمّم آلية لمكبس بسيط يـدور من محـرك عـدد لفاتــه ١٢٠ لفة/د . يجب أن تتحرك رأس المكبــس إلى أعلــى وأســفل باستمرار وتقطع مشوارين فـى الدقيقـة بحيـث يكـون عمــق النزول والصعود ٣ سم .

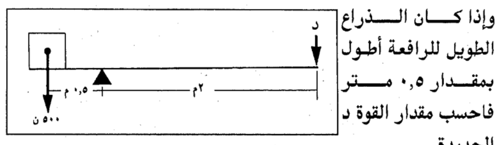
(استخدم الرسم التوضيحى التالى)



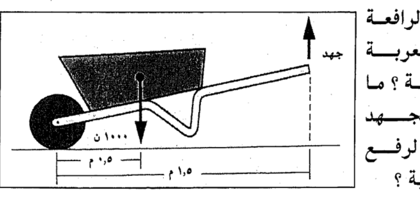


(١٦) احسب مقدار القوة د اللازمة لاتزان الرافعة .

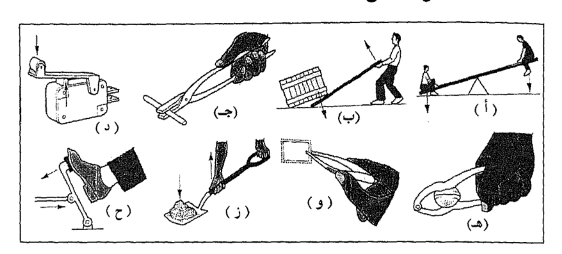
وإذا كــان الــذراع الطويل للرافعة أطـول بمقــدار ٠,٥ مــــتر فاحسب مقدار القوة د الجديدة .



(١٧) ما نوع الرافعــة الممثلــة بعربــــة اليد المبينــة ؟ مــا مقــدار الجـــهد المطلــوب لرفـــع هذه العربة ؟



(١٨) بين أنواع الروافع التالية بكتابة ١ ، ٢ ، ٣



الوحدة السادسة

الضغط والأجهزة الهيدروليكية والهوائية

• الضغط :

يعرف الضغط بأنه القوة المؤثرة على وحدة المساحة

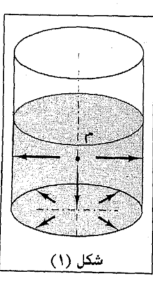
$$\text{الضغط ض} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$$

وبصفة عامة فإن الإطارات الهوائية تفضل على أى نوع آخر من العجلات حيث إن أى زيادة فى الوزن تجعل الإطار يتفلطح أكثر وهكذا تزداد مساحة التلامس مع الأرض فيظل الضغط على الأرض تقريبًا ثابتًا بغض النظر عن الحمل . ولذلك فهذا النوع من العجلات والإطارات يسبب أقل تلف للأرض التى يتدحرج عليها . ووحدة الضغط تسمى باسكال Pa وتساوى نيوتن/متر^2 وهى بالمناسبة ضئيلة جدًا عملياً وبالتالى فنحن نستخدم الكيلو باسكال أو الميجا باسكال والأخيرة = نيوتن لكل ميلليمتر مربع .

• الضغط الهيدروستاتيكى :

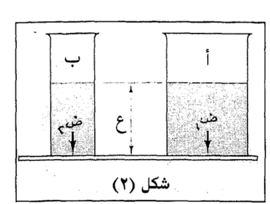
يسبب السائل فى الشكل المبين ضغطاً على قاع وجوانب الإناء وهذا ما نسميه بالضغط الاستاتيكى ، وهذا الضغط يعتمد على الآتى :

- كثافة السائل .
- عمق السائل : الذى عنده يؤثر على الجسم (ع) .



شكل (١)

ـــ **عجلة الجاذبية** : وإذا نظرت إلى الشكل (٢) ستجد أن ارتفاع السائل فى الإنائين أ ، ب هو ع وإذا كان السائل فى أ ، ب من نفس الكثافة فإن الضغط $ض_١ = ض_٢$ بغض النظر عن مقطع كل منها حيث أن أ أكبر من ب . جدير بالذكر أن الضغط عند نقطة معينة متساوى



شكل (٢)

فى جميع الجهات كما يتضح من الشكل (١) نقطة م . ويحسب الضغط عند عمق معين كالآتى :

ض = ع (متر) × ث (كجم/م^٣) × جـ ٩,٨١ م/ث^٢)

ع : العمق من السطح ث : كثافة السائل

جـ : عجلة الجاذبية الأرضية

* **مثال :**

احسب الضغط على جدار إناء يحتوى على سائل البرافين الذى كثافته ٨٠٠ كجم/م^٣ عند نقطة تبعد عن السطح (على عمق) يساوى ٠,٥ متر . عجلة الجاذبية هى ٩,٨١ م/ث^٢ .

ض = ع × ث × جـ

= ٠,٥ × ٨٠٠ × ٩,٨١ = ٣,٩٢٤ كيلو باسكال

إذا كان القاع يبعد عن السطح بمقدار ١ متر فاحسب الضغط على القاع

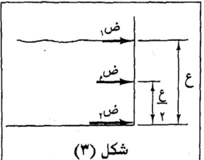
ض = ١ × ٨٠٠ × ٩,٨١ = ٧,٨٤٨ كيلو باسكال

ويتضح من معادلة الضغط أنه عند السطح يكون ع = صفر وبالتالى يكون الضغط صفرًا أيضًا . ولحساب القوة الإجمالية التى تؤثر على قاع الإناء (وهذا مهم جداً لتصميم قاعدة تتحمل الضغط) فإن :

ق (القوة الإجمالية) = ض (الضغط عند القاع) × مساحة القاعدة . فإذا كانت مساحة القاعدة هى ٦م^٢ فإن القوة الإجمالية هى :

ق = ٧٨٤٨ × ٦ = ٤٧٠٨٨ نيوتن

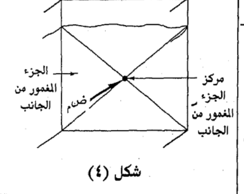
أما لحساب الضغط على جوانب الإناء فإن الموضوع يختلف حيث أن الضغط يتدرج من الصفر عند السطح ويصل إلى أقصى ضغط عند القاع ، كذلك عند نصف الارتفاع فإن الضغط يساوى نصف الضغط على القاع ويعتبر هذا الضغط هو الضغط المتوسط المؤثر على جانب الإناء .



شكل (٣)

$$\text{الضغط المتوسط (ض}_م\text{)} = \frac{ض_١ + ض_٢}{٢}$$

أما القوة الإجمالية على جانب الإناء فإنها تساوى = الضغط المتوسط ($ض_م$) × مساحة الجزء المغمور من الجانب وهذا يظهر فى الشكل (٤)



شكل (٤)

* **مثال :**

فى الشكل (٥) إذا كان $ض_١$ = ٤٠ كيلو باسكال فأوجد :

(أ) الضغط $ض_٢$

(ب) الضغط المتوسط $ض_م$

(جـ) الضغط $ض_٣$

(د) الضغط $ض_٤$

شكل (٥)

باستخدام النسبة والتناسب حيث أن الضغط عند السطح = صفر ، وعند القاع = ٤٠ كيلو باسكال

$$\frac{ض_١}{\text{عمق ض}_١} = \frac{ض_٢}{\text{عمق ض}_٢} = \frac{ض_٣}{\text{عمق ض}_٣} = \frac{ض_٤}{\text{عمق ض}_٤}$$

، $ض_م = \frac{١}{٢} ض_٤$

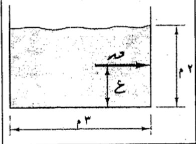
$$\therefore \frac{ض_1}{١} = \frac{ض_2}{٢} = \frac{ض_3}{٣} = \frac{\text{٤٠ كيلو باسكال}}{٤}$$

∴ $ض_1$ = ١٠ كيلو باسكال ، $ض_2$ = ٢٠ كيلو باسكال

، $ض_3$ = ٣٠ كيلو باسكال ، $ض_م$ = ٢٠ كيلو باسكال

* **مثال :**

فى الشكل المبين ، خزان قاعدته على شكل مربع طول ضلعه ٣ م مملوء بالماء حتى ارتفاع ٢ م ، فإذا كانت كثافة الماء هى ١٠٠٠ كجم/م^٣ وعجلة الجاذبية هى ١٠ م/ث^٢ فأحسب :



(أ) الضغط الواقع على قاعدة الخزان .

(ب) الضغط المتوسط على جانب الخزان .

(جـ) القوة المؤثرة على قاع الخزان .

(د) القوة المؤثرة على جانب الخزان .

(هـ) ارتفاع نقطة عمل القوة (المحصلة) على جانب الخزان من القاع .

الحـــل

(أ) الضغط الواقع على قاعدة الخزان = ع × ث × حـ = ٢ × ١٠٠٠ × ١٠

= ٢٠ كيلو باسكال .

(ب) الضغط المتوسط = $\frac{١}{٢}$ الضغط عند القاعدة = $\frac{٢٠}{٢}$ = ١٠ كيلو باسكال

(جـ) القوة المؤثرة على قاع الخزان = الضغط × مساحة القاعدة

= ٢٠٠٠٠ × ٩ = ١٨٠ كيلو نيوتن

(د) القوة المؤثرة على جانب الخزان = المساحة المغمورة من الجانب × الضغط المتوسط = ٢ × ٣ × ١٠ = ٦٠ كيلو نيوتن .

(هـ) ارتفاع نقطة عمل القوة ق هو نصف ارتفاع السائل = $\frac{١}{٢}$ × ٢ = ١ م

• الضغط المتولد فى الغازات :

يوضح الشكل المقابل جزيئات الغاز فى حيز محدود (إطار سيارة) والتى يتميز سلوكها بالآتى :

ـ جزيئات الغاز تتحرك باستمرار .

ـ يتحرك جزئ الغاز بسرعة كبيرة .

ـ تصطدم الجزيئات أثناء حركتها ببعضها البعض وبجوانب الحيز الذى يحتويها .

ـ فى كل مرة تصطدم الجزيئات بجوانب الإناء تؤثر بقوة عليها .

ـ ضغط الغاز على جوانب الإناء يساوى إجمالى قوى التصادم على وحدة المساحات فى وحدة الزمن .

وهكذا كلما ضخخنا هواءًا أكثر فإن حجم الإطار لا يكبر وإنما يزيد عدد الجزيئات الموجودة داخل الإطار وبالتالى يزداد عدد التصادمات على وحدة المساحات ، وهكذا يزداد الضغط كلما ازداد الهواء انضغاطاً داخل الإطار ولهذا تتميز الغازات بقابلية الانضغاط .

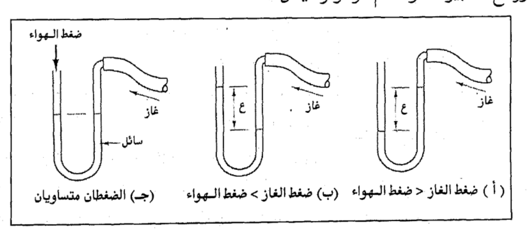
• الضغط الجوى :

يحيط بالكرة الأرضية غلاف جوى يحتوى على خليط من الغازات لها كتلة تتأثر بقوة الجاذبية الأرضية ، وبالتالى فإن لها وزن . وهذا الوزن يؤثر على كل شىء على سطح الأرض وعلينا أيضاً ، ولهذا فإن هذه القوة تؤثر على أى مساحة بضغط ما وهكذا فإن الهواء له ضغط . ولقياس الضغط الجوى يستخدم البارومتر ويمثله الجهاز المبين ، وفيه يضغط الهواء الجوى على سطح الزئبق فيندفع فى الأنبوبة المقفولة من أعلى إلى ارتفاع معين يقاوم ضغط الهواء (٧٦٠ مم) . وفوق هذا العمود من الزئبق يوجد فراغ علوى

وبالتالى ليس هناك ضغط جوى يضغط إلى أسفل فى الأنبوبة المغلقة . وإذا زاد الضغط الجوى فإن العمود يرتفع أكثر داخل الأنبوبة والعكس صحيح فإنه إذا قل الضغط الجوى فإن العمود يأخذ فى الانخفاض حتى يصل إلى نقطة يستطيع فيها الضغط أن يقاوم عمود الزئبق بارتفاعه الجديد . وبوضع مقياس داخل الأنبوبة فإننا نستطيع قياس الضغط الجوى بدقة . ويزداد الضغط الجوى كلما قربنا إلى سطح الأرض ويقل كلما ارتفعنا عنه ، وهذا يفسر صعوبة التنفس عند قمم الجبال العالية أما فى الطائرات فإنها تتميز من الداخل بضغط ثابت يتم التحكم فيه لراحة الركاب بغض النظر عن ارتفاع الطائرة عن سطح الأرض .

• المانومتر:

يستخدم المانومتر لقياس ضغط الغاز وهو على شكل U ومفتوح من ناحية إلى الضغط الجوى أما الناحية الأخرى فيتم توصيلها بالغاز المراد قياس ضغطه . ويستخدم الزئبق أو سائل ملون فى المانومتر وذلك يعتمد على مقدار الضغط المتوقع للغاز المراد قياسه . وفى الشكل (أ) فإن ضغط الغاز أقل من الضغط الجوى فيندفع السائل فى الفرع المتصل بالغاز ، أما إذا زاد ضغط الغاز عن الضغط الجوى فإن السائل يندفع إلى لأعلى فى الفرع المفتوح ضد الضغط الجوى كما فى الشكل (ب) . وأخيرًا إذا تساوى ضغط الغاز مع الضغط الجوى فإنه يتساوى مستوى السائل فى فرعى الأنبوبة كما فى الشكل (جـ) . وتستخدم أجهزة أخرى لقياس ضغط الغازات مثل أنبوبة بوردون وتعتمد على أنبوبة مقوسة تنتهى بعدة روافع لتكبير الحركة ثم مؤشر ومقياس .



(أ) ضغط الغاز < ضغط الهواء (ب) ضغط الغاز > ضغط الهواء (جـ) الضغطان متساويان

• الضغط المطلق :

الضغط المطلق ببساطة يساوى مجموعة الضغط بالمقياس المستخدم (مانومتر أو أنبوبة بوردون) + الضغط الجوى . ولقياس الضغط تستخدم وحدة هى المليمتر زئبق أو الميليبار ، ولتحويلها إلى باسكال نستخدم العلاقات التالية :

(أ) لتحويل الضغط الجوى إلى باسكال

ض = ع × ث × جـ

= ٠,٧٥ × ١٣٦٠٠ × ٩,٨١

= ١٠٠٠٦٢ باسكال

ع = ٠,٧٥٠ متر

ث = ١٣٦٠٠ كجم/م^{٣}

جـ = ٩,٨١ م/ث^{٢}

(ب) الميلليبار

١ نيوتن/م^{٢} = ١ باسكال

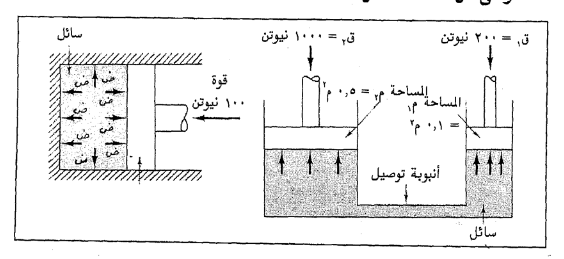
١ بار = ١ × ١٠^{٥} باسكال

١ ميلليبار = ١ × ١٠^{٢} باسكال

• قانون باسكال :

قانون باسكال ينص على الآتى :

« اذا أثر ضغط على سطح سائل فى إناء مغلق فإن هذا الضغط يتوزع بنفس المقدار فى كل أنحاء السائل »



وفى الشكل الأيسر فإن الضغط ض $= \frac{\text{القوة}}{\text{مساحة المكبس}} = \frac{\text{١٠٠ نيوتن}}{\text{٠,٥ م}^2} =$ ٢٠٠ باسكال

وهذا الضغط يؤثر على سطح المكبس من الداخل وعلى جوانب الأسطوانة . ولأن كتلة السائل صغيرة فإننا تجاهلنا الضغط الهيدروستاتيكى مقارنة بالضغط الناتج عن القوة المؤثرة . ولنفهم الآن كيفية تطبيق قانون باسكال على معدة هيدروليكية بسيطة موضحة بالشكل الأيمن على الصفحة السابقة .

أسطوانتان غير متساويتى المساحة متصلتان ومملوءتان بالماء أو السائل الهيدروليكى .

الضغط فى النظام طبقاً للمعادلة المعروفة هو :

ض $= \frac{\text{ق}}{\text{م}}$ وبالنسبة للأسطوانة الصغيرة فإن ض $= \frac{\text{ق}_1}{\text{م}_1}$

$= \frac{\text{٢٠٠ ن}}{\text{٠,١ م}^2} =$ ٢٠٠٠ باسكال أو ٢ كيلو باسكال

ولما كانت الأسطوانتان متصلتان بأنبوبة فإننا يمكننا اعتبارهما محتوى أو إناء واحد ، وطبقاً لقانون باسكال فإن الضغط المنتظم الذى يساوى ٢ كيلو باسكال سوف يتوزع بانتظام داخل النظام كله ، وسوف يؤثر على الأسطوانات والمكابس وأنبوبة التوصيل . ولنحسب القوة المؤثرة على المكبس الكبير :

$\text{ق}_2 = \text{ض} \times \text{م}_2 =$ ٢ كيلو باسكال × ٠,٥ م^2

$=$ ٢٠٠٠ ن/م^2 × ٠,٥ م^2 = ١٠٠٠ نيوتن أو كيلو نيوتن

وهكذا فإن ق_2 تعادل ٥ أضعاف ق_1 لأن مساحة المكبس الثانى هى ٥ أضعاف المكبس الأول ، فهل يعنى هذا أننا كسبنا شيئاً بلا مقابل ؟ للأسف فليس هناك شيء بالمجان فى الهندسة والواقع أننا فى مقابل ذلك فإن ق_2 تتحرك $\frac{1}{5}$ المسافة التى تتحركها ق_1 .

والقاعدة العامة هى :

$$\boxed{\text{ض} = \frac{\text{ق}_1}{\text{م}_1} = \frac{\text{ق}_2}{\text{م}_2}}$$

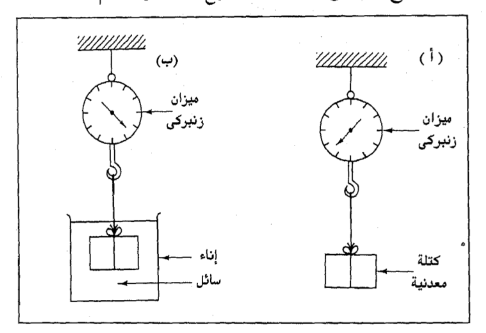
$$\therefore \text{ق}_{2} = \text{ق}_{1} \times \frac{\text{م}_{2}}{\text{م}_{1}} = \frac{\text{ق}_{1} \times \frac{\text{ط}}{4} (\text{ر}_{2})^{2}}{\frac{\text{ط}}{4} (\text{ر}_{1})^{2}}$$

$$\therefore \text{ق}_{2} = \frac{\text{ق}_{1} \times \text{ر}_{2}^{2}}{(\text{ر}_{1}^{2})}$$

حيث ر_{1} ، ر_{2} هما قطرى الأسطوانات للمكبس الصغير والمكبس الكبير على التوالى .

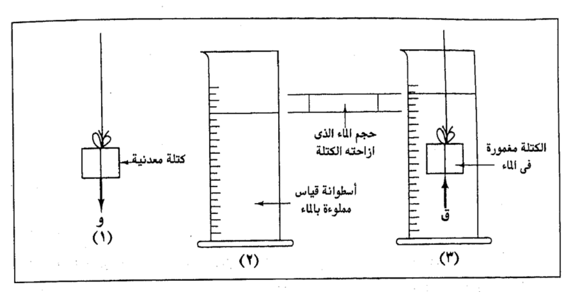
• الدفع :

الشغل أ يبين كتلة معدنية توزن بميزان زنبركى فى الهواء ، أما فى الشكل ب فإن نفس الكتلة توزن وهى مغمورة فى الماء ويوضح المؤشر أن القراءة تكون أقل حينما تكون الكتلة مغمورة . وحينما يغمر جسم جزئياً أو كلياً فى مائع (سائل أو غاز) فإن هناك قوة تدفق لأعلى ، هذه القوة هى ما نسميه بالدفع وهذا ما يفسر قراءة المؤشر الأقل فى حالة الغمر . وقد اكتشف العالم الإغريقى أرشميدس العلاقة بين الدفع إلى أعلى ووزن السائل المزاح عند غمر الجسم فيه :



وتقول قاعدة أرشميدس :

« عند غمر جسم كليًا أو جزئيًا فى سائل فإن الدفع إلى أعلى . المؤثر على الجسم . يساوى وزن السائل المزاح بواسطة هذا الجسم المغمور »

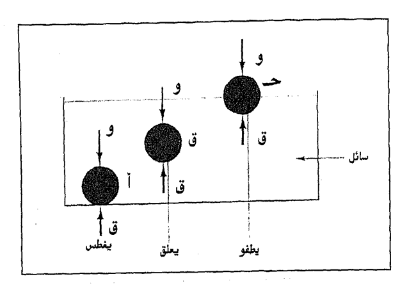


والآن سوف نحاول دراسة وتقييم الوزن المفقود عند غمر الجسم فى الماء ، وكما يوضح الشكل (١) فلدينا كتلة معدنية معلقة فى ميزان زنبركى بخيط رفيع . حجم الكتلة هو ٨ سم٣ ووزنها ٠,٨٩ ن . والشكل (٢) يبين أسطوانة قياس حجوم تحتوى على حجم معلوم من الماء ، والشكل (٣) يبين الكتلة أو الجسم وهو مغمور فى الماء (لاحظ ارتفاع مستوى الماء فى الأسطوانة) هذا هو الماء المزاح بكتلة المعدن ، والكتلة كلها مغمورة وبالتالى فإن هذا الحجم المزاح يساوى حجم الكتلة المغمورة وهو ٨ سم٣ . والآن لنحسب وزن ٨سم٣ من الماء النقى . نحن تعلمنا سابقاً أن ١ سم٣ من الماء وزنه ١ جرام ، إذا ٨ سم٣ وزنها ٨ جم ، كذلك ١ كجم وزنها ٩,٨١ نيوتن وبالتناسب فإن ٨ جم وزنها ٠,٠٧٨٥ نيوتن .

وطبقاً لقاعدة أرشميدس لما كان الدفع لأعلى يساوى وزن الماء المزاح فإن هذا الدفع = ٠,٠٧٨٥ ن وهذا هو الوزن الظاهرى المفقود عند غمر كتلة المعدن فى الماء .

وملخص هذا :

- أن كتلة المعدن تزن ٠,٨٩ نيوتن فى الهواء .
- أن كتلة المعدن تزن ٠,٨٩ – ٠,٠٧٨٥ = ٠,٨١١٥ نيوتن وهى مغمورة فى الماء وهناك ثلاثة أحوال للطفو تؤثر على الجسم إذا غمر فى السائل كما هو موضح بالشكل التالى :



الجسم (أ) غـاطس إلى قـاع الحـوض ولا يقـف إلا عنـد وصولـه إلى القـاع . الجسم يتميز بطفو سالب حيث أن و > ق .

الجسم (ب) يظل عالقًـا فـلا يطفـو ولا يغطـس إلى القـاع (مثـل الغواصـة) . الجسم يتميز بطفو متعادل حيث أن و = ق .

الجسم (جـ) طافٍ عند سطح السائل (مثل السـفينة) . الجسـم يتمـيز بطفـو موجب حيث أن و < ق .

وفى كل الحالات السابقة (و) هو وزن الجسم ، (ق) هو قوة الدفع إلى أعلى وهذه تلخصها المعادلة الرياضية الآتية :

قوة الدفع (ق) = ح × ث × جـ

ح : حجم السائل المزاح (م^3) ث : كثافة السائل (كجم/م^3)

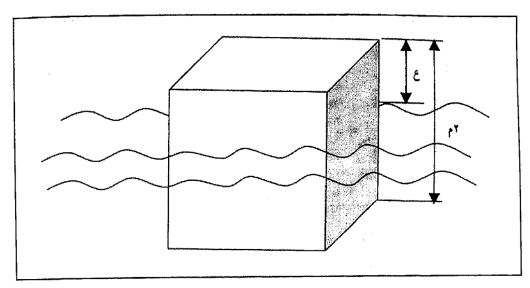
جـ : عجلة الجاذبية الأرضية (م/ث^2)

* **مثال :**

صندوق من المعدن على هيئة طول ضلعه ٢ م ، المكعب يزن ٢٠ كيلو نيوتن ويطفو على سطح ماء نقى كثافته ١٠٠٠ كجم/م^3 . عجلة الجاذبية جـ = ١٠ م/ث^2.

(أ) احسب ارتفاع الجزء الطافى من الصندوق .

(ب) إذا كان الصندوق مملوءاً بـ ٢٠٠٠ لتر من الزيت الذى كثافته ٨٠٠ كجم/م^3 احسب الارتفاع الجديد للجزء الطافى



(أ) لابد للصندوق أن يزيح ما وزنه ٢ كيلو نيوتن من الماء ليظل طافياً

ق = ح × ث × حـ = و (وزن الجسم)

∴ الحجم المزاح :

$$ح = \frac{و}{ث \times حـ} = \frac{٢٠٠٠٠}{١٠٠٠ \times ١٠} = ٢ \text{ م}^٣$$

ولما كانت مساحة القاعدة = ٢ × ٢ = ٤ متر^٢

∴ ارتفاع الجزء المغمور = $\frac{٢ \text{ م}^٣}{٤ \text{ م}^٢}$ = ٠,٥ متر

وبذلك يكون ارتفاع الجزء الطافى هو ١,٥ متر

(ب) الوزن الكلى الجديد = وزن الجسم + وزن الزيت داخل الصندوق

= ٢٠٠٠٠ + ٢ م^٣ × ٨٠٠ × ١٠

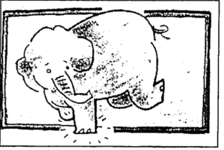
= ٢٠٠٠٠ + ١٦٠٠٠ = ٣٦٠٠٠ نيوتن

∴ الحجم المزاح الجديد = $\frac{٣٦٠٠٠}{١٠٠٠ \times ١٠}$ = ٣,٦ م^٣ بارتفاع = $\frac{٣,٦}{٤}$ = ٠.٩ م

∴ ارتفاع الجزء الطافى الجديد = ٢ − ٠,٩ = ١,١ م

هكذا عرفنا الضغط فى السوائل والغازات وكذلك الدفع فى السوائل وطفو الأجسام . فلنقترب الآن من الحياة العملية لنستشعر الضغط بصفة عامة وعالم

الـهيدروليك والنيوماتيك (الأجهزة التـى تعمـل بضغـط السـوائل والأخـرى التـى تعمل بضغط الـهواء) . تستطيع أن تضغط دبوساً فى قطعة مـن الخشـب ولكنـك بالتأكيد لا تستطيع أن تضغط أصبعك فى الخشب حتى لو بذلك قوة أكـبر ، لمـاذا ؟ ما هو الفرق بين سكين حديد وآخر كليل ؟ إن الفرق فى كل حالة هو المساحة ، فنقطة تأثير الدبوس وحافة السكين الحاد تؤثران على مساحة صغيرة وبالتالى فإن القوة المؤثرة على مساحة صغيرة تعطى ضغطاً أكبر وحتى يمكننـا الإحسـاس بـأثر الضغط نسوق مثالين :

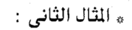


* المثال الأول :

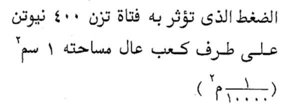
إذا وقف فيل ٤٠٠٠٠ نيوتن على قدم واحدة مساحتها ١٠٠٠ سم^{2} ($\frac{١}{١٠}$م^{2})

فإن الضغط الواقع على هذه القدم

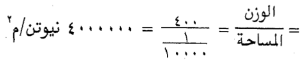
$$= \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} = \frac{٤٠٠٠٠}{\frac{١}{١٠}} = ٤٠٠٠٠٠ \text{ نيوتن/م}^{2}$$



* المثال الثانى :



الضغط الذى تؤثر به فتاة تزن ٤٠٠ نيوتن علـى طـرف كـعب عال مساحته ١ سم^{2} ($\frac{١}{١٠٠٠٠}$م^{2})

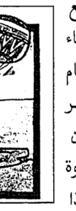


$$= \frac{\text{الوزن}}{\text{المساحة}} = \frac{٤٠٠}{\frac{١}{١٠٠٠٠}} = ٤٠٠٠٠٠٠ \text{ نيوتن/م}^{2}$$

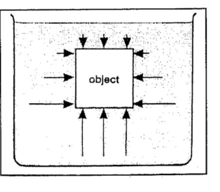
أكبر عشر مرات من مثال الفيل !!...

صحيح أن قدم الفيل مؤثر أكبر لكـن ذلـك الكعـب المدبـب يؤثـر بضغـط أكـبر (نظراً لصغر مساحته) وبالتالى فإنه ينغـرس أكـثر فـى الأرض والآن لمـاذا تتمـيز الجمال بأرجل ذات خفّ ؟

وتوضح التجربة المقابلة كيف يتأثر الضغط فى السوائل بالعمق ، فالسائل يتدفق بصورة أسرع وأقوى عند القاع عنه عند القمة . بمعنى أن الضغط عند القاع أكبر منه عند القمة . ولهذا السبب فإنه يراعى عند بناء السدود أن تكون قاعدتها أكبر من قمتها حتى تستطيع مقاومة الضغوط فى الأعماق .

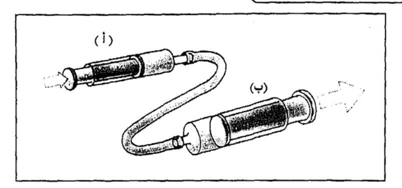


إن أبسط مثال لقوة الدفع هو حينما تسير فى الماء (فى البحر أو حمام السباحة) فإنك تشعر وكأنك أخف وزناً . ذلك لأن الماء يدفعك إلى أعلى بقوة الدفع . والواقع أن هذا الدفع هو نتيجة اختلاف تأثير الضغط عند قمة الشىء عن قاعدته ، بمعنى أن الضغط المؤثر فى العمق أكبر من الضغط المؤثر عند السطح وبالتالى فإن هذا الفارق محصلة قوة ترفع الجسم إلى أعلى مسببة هذا الدفع كما يظهر فى الشكل المقابل .



وكما عرفنا أن للجسم المغمور أحوال ثلاثة فإن الأمر فى النهائية يعتمد على كثافة الجسم وكثافة السائل ، فعندما تكون كثافة الجسم مساوية لكثافة السائل فإنه يعلق بالسائل فلا يطفو ولا يغطس ، كذلك إذا كانت كثافته أكبر من كثافة السائل فإنه يغطس إلى القاع . وأخيراً إذا كانت كثافته أقل من كثافة السائل فإنه يطفو ، هذا بغض النظر عن حجم الجسم أو وزنه .

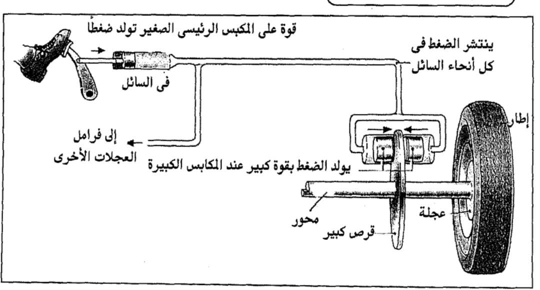
• الأجهزة الـهيدروليكية :



التجربة الموضحة هى لمحقن رفيع متصل بآخر عريض مملوء بسـائل ، فـإذا ضغطنا على المكبس أ فإن الضغط ينتقل داخل السـائل إلى المحقـن الكبـير بنفـس المقدار ويؤثر على المكبس ب . والذى سـبب الضغـط هـو قـوة صغـيرة تؤثـر علـى مساحة صغيرة عند المكبس أ ، لكن النتيجة هى قـوة كبـيرة ناتجـة مـن مسـاحة كبيرة عند المكبس ب وهكذا فإن القوة قد تم تكبيرها باستخدام مساحات مختلفة لمقطع المحاقن . والقانون هو :

$$\frac{\text{القوة عند أ}}{\text{مساحة المقطع عند أ}} = \frac{\text{القوة عند ب}}{\text{مساحة المقطع عند ب}}$$

• الفرامل الـهيدروليكية :



وتستخدم الفكرة السابقة فى الفرامل الـهيدروليكية للسـيارة ، فـالضغط ينتقل خلال سائل الفرامل بحيــث يتـم تكبـير القـوة المؤثـرة وتوزيعـها علـى العجـلات الأربعة ، فعندما يضغط السائق بقدمه على بدّال الفرامـل فإنـه فـى الواقـع يدفـع مكبسًا فيتولد الضغط الذى ينتقل إلى مكبسين على جانبى قرص كبير على محـور العجلة . وهذا الضغط يجعل المكبسين يعصران هـذا القـرص (تمامـاً مثـل فرامـل الدراجة) فتقل سرعة السيارة ، فـإذا كـانت مسـاحة المكبـس عنـد القـرص هـى ضعف مساحة المكبس الرئيسى عند البدّال فإن كل مكبــس سـيؤثر بضعـف القـوة المؤثرة عند المكبس الرئيسى . وتســتخدم الآلات الـهيدروليكية نفـس المبـدأ مثـل كريك السيارة والذراعات المتحركة للحفار .

• الأجـهزة الـهوائية :

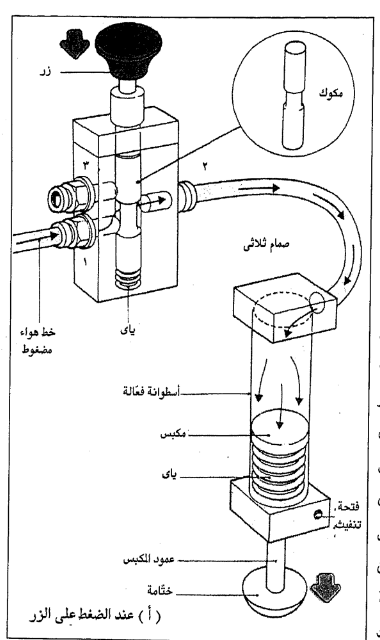
الأجـهزة الـهوائية حتى كل ما يتعلق باستخدام الـهواء المضغوط لعمـل شـىء مـا . والـهواء المضغوط يدفع إلى حيز ضيق ويتميز بطاقــة يمكـن اطلاقـها لعمـل وظيفـة مفيدة . مثلاً أبواب الباصات والقطارات تعمـل بالــهواء المضغـوط ، والشاحنـات الكبيرة تعمل بفرامل الـهواء ، ليس هذا فقط ولكــن مطـارق الــهواء التـى تكسـر الأسفلت والأسمنت وحتى مثقاب طبيب الأسنان يعمل بالـهواء المضغوط .

وأى نظام يعمل بالـهواء يعتمد أساساً على ضاغط يضخ الـهواء المضغوط ويعمل بالكهرباء أو بمحرك ويتصل به خزان قوى ثم عن طريق وصلات وأنابيب ينطلـق الـهواء المضغوط الذى يراد توظيفه إلى الأجزاء المختلفة

• المكونات الرئيسية لأجهزة الـهواء :

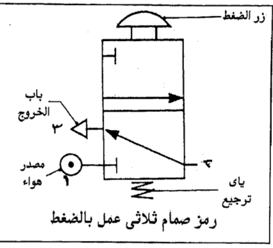
من أهم المكونات فى نظام العمـل بالــهواء هـو الصمـام الثلاثـى (ذو الأبـواب الثلاثة) ، ووظيفته التحكم فى تدفق الـهواء . والنوع المبين بالشكل لـه جزء يســمى « المكوك » spool يتحرك داخل الصمام عند الضغط على الزر أو إطلاقه .

ودور هذا المكوك هو التحكم فـى اتجـاه التدفـق داخـل الصمـام ، وإذا نظـرت للشكل فـإنك تـلاحظ أنه بالضغط عـلى الـزر فـإن الـهواء المضغوط يـمر من المصدر



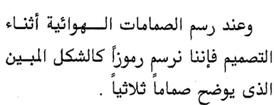
(أ) عند الضغط على الزر

خلال الباب (١) إلى الباب (٢) المتصل بالأسطوانة الفعالة التى تستخدم هذا الهواء المضغوط فى إنتاج قوة وحركة . وتحتوى هذه الأسطوانة على مكبس يتحرك لأعلى وأسفل وهو فى الوضع العادى يكون مدفوعاً لأعلى بقوة الياى الموجود تحته ، وعند مرور الهواء المضغوط داخل الأسطوانة فإنه يضغط إلى أسفل ، كذلك فإن الهواء الموجود إلى جانب الياى من المكبس يخرج من فتحة التنفيث . وعند ترك الزر فإن يايًا صغيرة داخل الصمام يدفع بالمكوك إلى أعلى فلا يمر هواء مضغوط مرة أخرى من المصدر إلى الأسطوانة ، وإنما يرتد الهواء المضغوط من داخلها إلى الأنبوبة فالباب (٢) ويهرب إلى الهواء الجوى من الباب (٣) وفى نفس الوقت يضغط الياى داخل الأسطوانة على المكبس فيعيده إلى وضعه مرة أخرى .



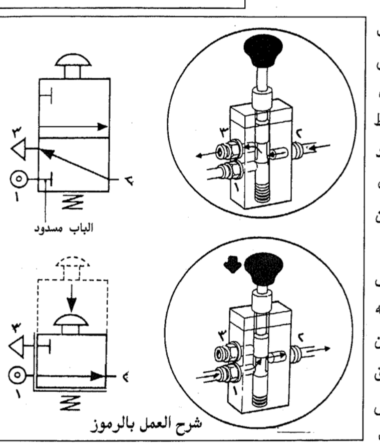
رمز صمام ثلاثى عمل بالضغط

(ب) عند تحرير الزر



وعند رسم الصمامات الـــهوائية أثنـاء التصميم فإننا نرسم رموزاً كالشكل المبـين الذى يوضح صماماً ثلاثياً .

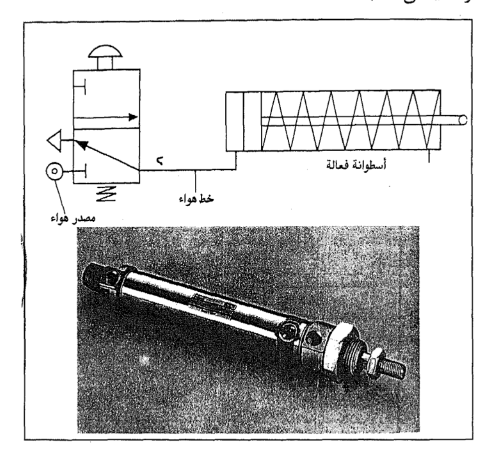
وإذا نظــــــرت إلى النصـف السـفلى فـى الشرح بالرموز (الشكل العلوى) فسوف تلاحظ أن البـاب (١) مسـدود ولكـن البــابين (٢) ، (٣) متصـــلان . والآن تجاهل النصف السفلى مـن الرمــز (الشكــل السـفلى) وتخيـل أنــه عنـد ضغـط الــزر فـإن النصـف العلـوى يـنزلق علـى النصـف الســفلى وهـــذا يـوضـح كـيـف يتصل البابان (١) و (٢) فى الصمام الحقيقى .



شرح العمل بالرموز

وهكذا يوضح الشكل السفلى التوصيل عند ضغط الزر بينما يوضح الشكل العلوى التوصيل فى الوضع العادى .

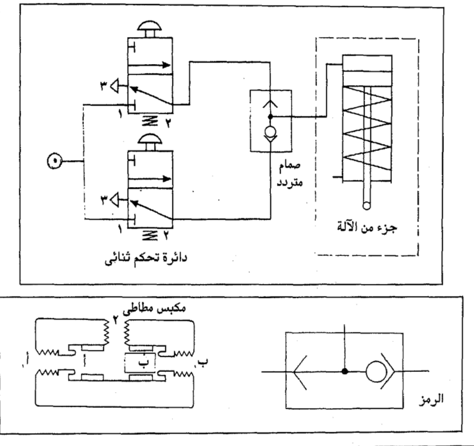
أما الأسطوانة الفعالة فيوضحها الشكل السفلى ولا تحتاج إلى إيضاح وإنما معرفة أن المكبس حينما يكون خارج الأسطوانة يسمى موجباً وعندما يكون داخل الأسطوانة يسمى سالباً .



• التحكم الثنائى :

قد تحتاج أحيانًا إلى تشغيل ماكينة من مكانين مختلفين ، والدائرة المرسومة تعمل بهذه الطريقة فالأسطوانة الفعّالة يمكن تشغيلها بالضغط على الزر أ و ب ، لكن لابد أن تشتمل الدائرة على صمام متردد shuttle valve وهذا الصمام بسيط للغاية ويحتوى على ثلاثة أبواب ومكبس مطاطى يتحرك بين الوضعين أ ، ب فإذا دخل الهواء من الباب أ، فإن المكبس يتحرك إلى

الوضع ب فيتجه الـهواء إلى البـاب ٢ خـارج الصمـام ، وبـالمثل إذا دخـل الـهواء من الباب ب١ فإن المكبس يتحرك إلى الوضع أ فيتجـه الـهواء أيضاً إلى الباب ٢ وإذا دخل الـهواء من أ١ ، ب١ فى نفس الوقت فـإن المكبـس يـتردد بين أ ، ب ومرة أخرى يخرج الـهواء من الباب ٢ .

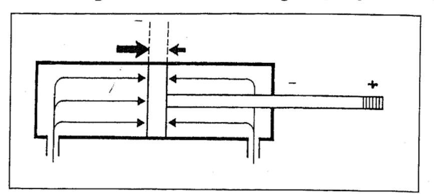


• الأسطوانة المزدوجة :

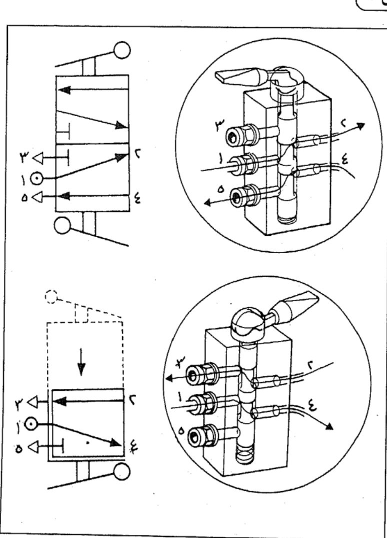
الرمز

وهى غير الأسطوانة الفعالة فـهى ليـس لـها يـاى يعيـد المكبـس مـرة أخـرى إلى وضعه ولكن الـهواء المضغـوط يعمـل علـى جهتى المكبس وبالتالى يمكن تحريكه فـى الاتجاهين الموجب والسالب . جدير بالذكر أن المساحتين علـى جـانبى المكبـس غـير متساويتين وبالتالى فإن القوة المؤثرة فى الاتجاه السالب أقل منها فى الاتجاه الموجـب .

وتعمل الأسطوانة المزدوجة عادة مع صمام خماسى يعكس حركة الـهواء المضغوط مـرة على وجه المكبس والأخرى على ظهر المكبس محدثاً حركة فى اتجاهين .



• الصمام الخماسى :

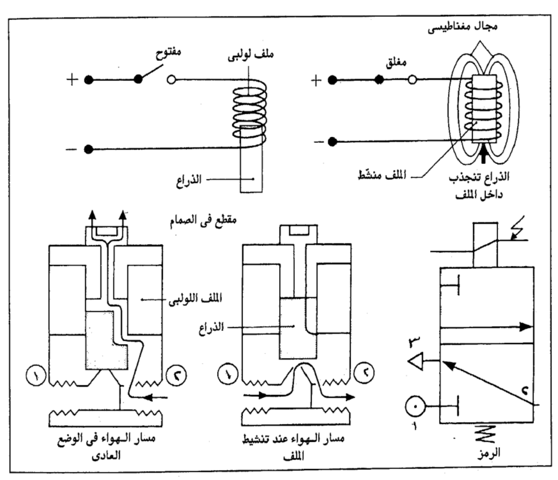


هذا الصمام ذو خمسة أبواب كما يبين الرمز ، وإذا تجاهلت النصف العلوى مؤقتاً فسنلاحظ أن النصف السفلى يوضح اتصال الباب ٢ بالمصدر والباب ٤ بالهواء الخارجى فى الوضع العادى (الشكل الأيمن) . وإذا حركنا الذراع فى الوضع الثانى فإن النصف العلوى

سينزلق إلى النصف السفلى وبالتالى يتصل الباب ٤ بالمصدر والباب ٢ بالهواء الخارجى بمعنى أن المكبس فى الأسطوانة المزدوجة يتحرك فى عكس الاتجاه . ويتم التحكم فى حركة المكبس وسرعتها باستخدام منظم هواء لهذا الغرض يتحكم فى سرعة تدفقه بالدائرة .

• اللاقط الكهربى :

أحياناً يتطلب الأمر التحكم فى دائرة الهواء بواسطة إشارة كهربية ولهذا السبب يستخدم صمام يعمل باللاقط الكهربى وهو عبارة عن ملف لولبى من السلك عندما يمر فيه تيار كهربى ينتج مجالاً مغناطيسياً حول هذا الملف . وهناك قطعة صغيرة من الحديد على هيئة ذراع رفيع مثبت عند مدخل الملف تنجذب بالكامل داخله عند تنشيط الملف ، وتنسحب خارجه بفعل ياى صغير عند قطع التيار الكهربى كما يوضح الشكل التالى :



اختبر معلوماتك

(١) اختر الإجابة الصحيحة مما يأتى :

(١) يحسب الضغط باستخدام المعادلة الآتية :

أ ـ ض = $\frac{ق}{م}$ ب ـ ض = ق × م

جـ ـ ض = ق + م د ـ ض = ق − م

(٢) بالنسبة لضغط قدره ٢٠ ن/سم^2 فإن القوة المؤثرة على مساحة ٢ سم^2 هى :

أ ـ ١٠ ن ب ـ ٢٠ ن

جـ ـ ٤٠ ن د ـ ٨٠ ن

(٣) قوة من ١٥٠ ن تؤثر على مكبس مساحته ٣ م^2 فإن الضغط فى هذه الأسطوانة هو :

أ ـ ٥٠ باسكال ب ـ ١٥٠ باسكال

جـ ـ ٤٥٠ باسكال د ـ ١٥٠ كيلو باسكال

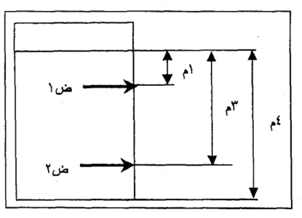
(٤) فى الشكل المقابل فإن ض١

١ ـ ضعف الضغط ض٢

ب ـ ثلاثة أضعاف ض٢

جـ ـ نصف ض٢

د ـ ثلث ض٢



(٥) إذا كانت كثافة الماء النقى هى ١٠٠٠ كجم/م^3

و جـ = ١٠ م/ث^2 فإن الضغط ض$_2$ فى الشكل السابق هو :

أ ـ ٥ كيلو باسكال ب ـ ١٠ كيلو باسكال

جـ ـ ٣٠ كيلو باسكال د ـ ٤٠ كيلو باسكال

(٦) إذا تم إحلال الماء فى الحوض فى الشكل السابق ببرافين كثافته ٨٠٠ كجم/م^{٣} وكانت مساحة القاعدة ٤م^{٢} فإن القوة المؤثرة على القاعدة هى :

أ ـ ١٦ كيلو نيوتن　　　ب ـ ٣٢ كيلو نيوتن

جـ ـ ٩٦ كيلو نيوتن　　　د ـ ١٢٨ كيلو نيوتن

(٧) إذا كانت القاعدة المربعة فى الحوض بالشكل السابق مقاساتها (٤ م × ٤ م) والأجناب مستوية فاحسب القوة المؤثرة على كل جانب :

أ ـ ١٦ كيلو نيوتن　　　ب ـ ٣٢٠ كيلو نيوتن

جـ ـ ١٢٨ كيلو نيوتن　　　د ـ ٢٥٦ كيلو نيوتن

(٨) ما الذى يمكن ضغطه فى الظروف الطبيعية

أ ـ الغازات　　　ب ـ السوائل

جـ ـ المواد الصلبة　　　د ـ كل الموائع

(٩) إذا كان ارتفاع عمود الزئبق فى البارومتر هو ٧٨٠ مم وكثافة الزئبق ١٣٦٠٠ كجم/م^{٣} والعجلة هى جـ = ٩,٨١ م/ث^{٢} فإن الضغط الجوى هو :

أ ـ ١٠,٤ باسكال　　　ب ـ ١٠٤ باسكال

جـ ـ ١٠٤ كيلو باسكال　　　د ـ ١٠٤ ميجا باسكال

(١٠) إذا كان ١ بار = ١٠^{٥} باسكال فإن ١٠٠ باسكال يعادل

أ ـ ١٠٠ ملليبار　　　ب ـ ١ ملليبار

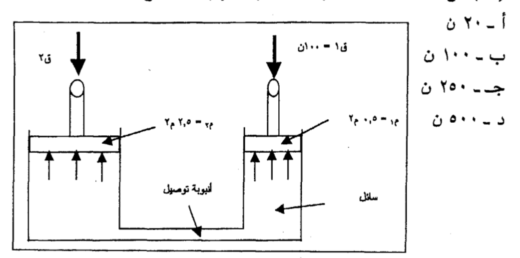
جـ ـ ١ × ١٠^{٥} ميلليبار　　　د ـ ١ × ١٠^{٦} ميليبار

(١١) عند قياس الضغوط الصغيرة للغاز فإنه يمكن استخدام الجهاز التالى بدقة :

أ ـ مانومتر U　　　ب ـ بارومتر هوائى

جـ ـ بارومتر زئبقى　　　د ـ أنبوبة بوردون

(١٢) فى الشكل المقابل القوة $ق_٢$ المطلوبة لموازنة $ق_١$ هى :



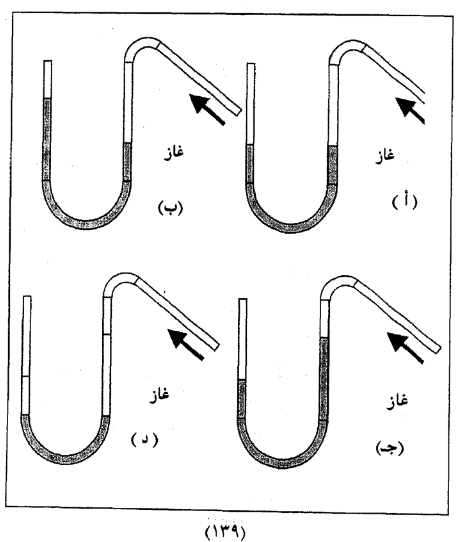
أ ـ ٢٠ ن

ب ـ ١٠٠ ن

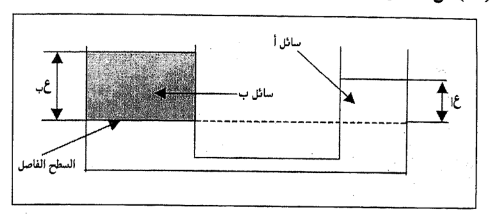
جـ ـ ٢٥٠ ن

د ـ ٥٠٠ ن

(١٣) أى الأشكال التالية يمثل غازًا ضغطه أعلى من الضغط الجوى ؟



(١٤) في الشكل التالى :



اذا كان $ع_{أ}$ = ٠,٢ ، $ث_{أ}$ = ١٠٠٠ كجم /م^{٣} ، $ث_{ب}$ = ٨٠٠ كجم/م^{٣}
، جـ = ١٠م/ث^{٢} فإن الضغط عند السطح الفاصل هو :

أ ـ ١٦٠٠ باسكال　　　ب ـ ١٦٠٠ ميلليبار

جـ ـ ٢٠٠٠ باسكال　　　د ـ ٢٠٠٠ ميلليبار

(١٥) في نفس الشكل السابق $ع_{ب}$ هو :

أ ـ ٠,٢٥ م　　　ب ـ ٢,٥ م

جـ ـ ٢٥ م　　　د ـ ٥٠ م

(١٦) عامل ينفخ إطاراً حتى بلغ الضغط ١٨٠ كيلو باسكال ، هذا الضغط هو :

أ ـ الضغط الجوى　　　ب ـ ضغط الهواء

جـ الضغط المطلق　　　د ـ الضغط البارومترى

(١٧) كتلة من المعدن غمرت كلها في سائل فإن وزنها الظاهرى :

أ ـ يزيد　　　ب ـ يقل

جـ ـ يظل كما هو　　　د ـ يصبح مهملاً

(١٨) صندوق معدنى على شكل مكعب طول ضلعه ٣ م ويزن ٩٠ كيلو نيوتن ، عندما يطفو على سطح ماء نقى (كثافته ١٠٠٠ كجم / م^{٣}) والعجلة جـ = ١٠ م/ث^{٢} فإن ارتفاع الجزء الطافى هو :

أ ـ ١,٠ م　　　ب ـ ١,٥ م

جـ ـ ٢,٠ م　　　د ـ ٢,٥ م

(١٩) فى فرملة هيدروليكية قوة مؤثرة علـى المكبـس مقدارهـا ٥٠٠ نيوتـن ومساحة مقطعه ٥ سم^{٢}

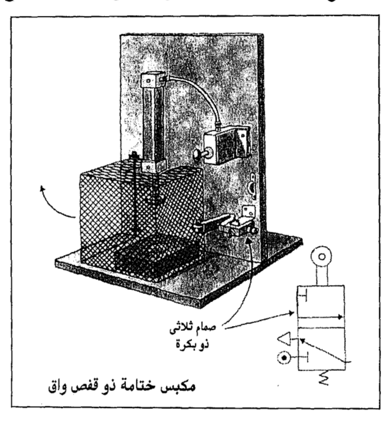
أ ـ ما مقدار الضغط المنقول خلال السائل ؟

ب ـ اذا كان المكبس الآخر مساحة مقطعه ٢٠ سم^{٢} فاحسب مقـدر القـوة المتولدة عنه ؟

(٢٠) أدرك ممدوح أن تشغيل جهاز الختامة بدون القفص الواقـى فـى غايـة الخطورة . ولـهذا فقد أعاد تصميم المعدّة مرة أخرى بحيث تحتوى على قفص واق كما هو مبـين . وبإضافـة صمـام إضـافى جعـل مـن المسـتحيل للجهـاز أن يعمل ما لم يكن الباب مغلقاً

أ ـ باستخدام الرموز الصحيحة ارسم دائرة تسمح فقط للجـهاز بـالعمل والقفص الواقى مغلق .

ب ـ أى نوع من الدوائر المنطقية تكوّن مجموعة الصمامات فى أ ؟



مكبس ختامة ذو قفص واق

الوحدة السابعة
الشغل والطاقة والقدرة

عندما تدفع سيارة أمامك فإنك تبذل شغلاً ، وهذا لأن هناك حركة ضد قوة مضادة هى الاحتكاك فى هذه الحالة . من الممكن أيضًا أن تكون تلك القوة المضادة هى الجاذبية الأرضية عندما ترتفع أى شىء ، وفى كل الأحوال يمكنك أن تبذل هذا الشغل إذا كانت لديك طاقة لذلك ويتم حساب ذلك الشغل طبقاً للمعادلة الآتية :

الشغل (جول) = القوة (نيوتن) × المسافة (متر)

وجدير بالذكر أن المسافة هى المسافة فى اتجاه عمل القوة ويحسب الشغل بوحدة تسمى « جول » وتعرف بأنها كمية الشغل المبذول عندما تتحرك قوة مقدارها ١ نيوتن لمسافة ١ متر فى اتجاه هذه القوة

• صور الطاقة :

تتخذ الطاقة صورًا عديدة فهناك الطاقة الحرارية الناتجة عن حركة الجزيئات ، وكل الأجسام المتحركة تتميز بطاقة حركة ، كما أن هناك طاقة الوضع الذى يكتسبها الجسم عند رفعه إلى مكان أعلى وهى طاقة مخزونة تنطلق عندما يسقط الجسم من هذا المكان العالى . هناك أيضاً طاقة وضع نتيجة للمرونة وهى التى يختزنها الياى عند ضغطه إلى جانب صور أخرى كالطاقة الكيميائية المخزونة فى الطعام والوقود والطاقة الكهربية والصوتية والضوئية والنووية .

• تحول الطاقة من صورة لأخرى :

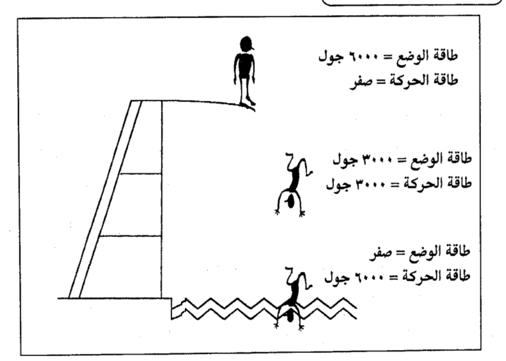
يمكن للطاقة أن تحول من صورة إلى أخرى وعند حدوث ذلك فإن مقدار الطاقة يظل ثابتاً ولهذا نقول بأن الطاقة محفوظة لا تنفد ولا تخلق من عدم وهذا هو قانون الطاقة .

• الطاقة والشغل :

الطاقة هى القدرة على بذل شغل ، وتدل كمية الشغل المبذول على كمية الطاقة المتحولة إلى صورة أخرى :

الشغل المبذول = الطاقة المتحولة

• الشغل ضد الجاذبية :

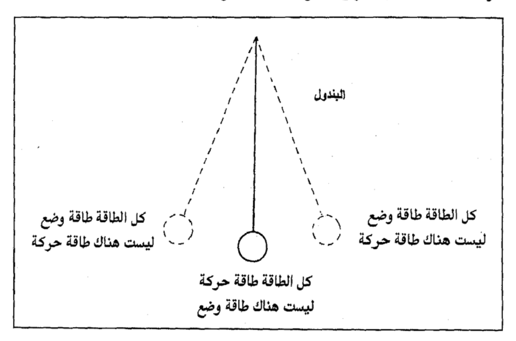


فى المثال الموضح فإن صعود الرجل إلى منطّ حمام السباحة يتطلب أن يستهلك ٦٠٠٠ جول من الطاقة وهذا يعنى أن ٦٠٠٠ جول من المخزون الكيميائى لديه (الغذاء) قد تحول إلى ٦٠٠٠ جول كطاقة وضع للصعود إلى المنطّ . ولكنه ليست لديه أى طاقة حركة ، أى أن طاقة الحركة تساوى صفرًا . وعندما يقفز

إلى الماء فإن طاقة الوضع هذه تبدأ فى التحول إلى طاقة حركة بنفس العدد ، بحيث يظل مجموع الطاقة لديه (طاقة الوضع + طاقة الحركة) يساوى دائماً ٦٠٠٠ جول .

• البندول :

حينما يتأرجح البندول يمنة ويسرة فإن طاقته تتحول بصفة مستمرة من طاقة وضع إلى طاقة حركة والعكس . وشيئًا فشيئًا تتحول تلك الطاقة إلى حرارة بفعل الاحتكاك بالهواء ، لكن هذه الحرارة قليلة ولا يستفاد منها وهكذا فى النهاية تتحول كل الطاقة إلى حرارة فيتوقف عن الحركة .



• مصادر الطاقة :

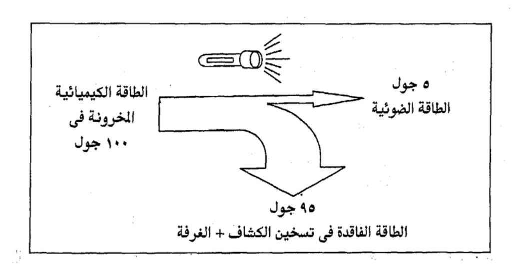
تعتبر الشمس المصدر الرئيسى لكل أنواع الطاقة ، فالتسخين غير المتساوى للهواء يسبب حركة الرياح التى تدير الطواحين وتدفع بأشرع المراكب ، كذلك تسبب البخر الذى يدفع بالسحاب إلى أعلى فيكتسب طاقة تتحول عند هطول المطر وإدارة التوربينات إلى طاقة كهربية ، كذلك فهى تتحول إلى طاقة كيميائية عند نمو النباتات التى عند تحللها تتحول إلى فحم أو بترول .

وبصفة عامة فإن الطاقة المستفاد منها فعلاً هى أقل بكثير من الطاقة المستهلكة ، فمعظم هذه الطاقة يفقد فى شكل حرارة أو طاقة صوتية مما يوضح الأهمية القصوى للمحافظة على مصادر الطاقة المختلفة التى يستخدمها الإنسان . وتبين الأمثلة الآتية هذا الموقف بوضوح .

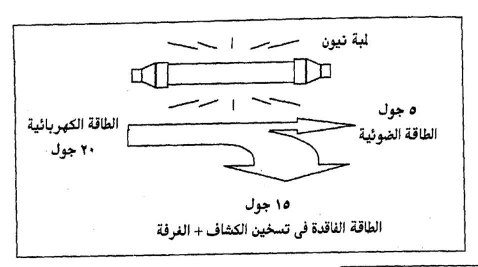
• أشكال تحول الطاقة :

عندما تضئ كشافًا يدويًا فإن الطاقة الكيميائية (المخزونة فى البطارية) تتحول إلى حرارة وضوء فى اللمبة . ونستطيع أن نوضح ذلك فى شكل تحول الطاقة أو شكل سانكى الموضح أدناه . وفى هذا الشكل نرسم سمك كل سهم بمقياس رسم يبين مقدار هذه الطاقة لاحظ أن إجمالى الطاقة بعد التحول يساوى إجمالى الطاقة قبل التحول ، وهذا يعنى أن الطاقة محفوظة . وبالرغم من بقاء نفس مقدار الطاقة قبل وبعد التحول إلا أنه ليس كل الطاقة مفيد ، بل أن معظمها يضيع فى مجرد تسخين اللمبة ثم ينتشر بعد ذلك لتسخين الحجرة عن طريق التوصيل والحمل والإشعاع وهكذا نفقد هذه الطاقة . وإذا إردنا أن نحسب كفاءة استخدام الطاقة فإنه فى المثال السابق نبذل ١٠٠ جول لنستفيد فقد بمقدار ٥ جول بينما تفقد ٩٥ جول . إذًا الكفاءة ويرمز لها بالرمز η هى :

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{الطاقة الخارجة المفيدة}}{\text{الطاقة الداخلة المبذولة}} \times ١٠٠ = \frac{٥}{١٠٠} \times ١٠٠ = ٥ \ \%$$



وفى اللمبات الحديثة التى توفر الطاقة يستخدم النيون وهذه أكفأ ٥ مرات من مثيلتها ذات الفتيل .



• الطاقة الكهربية :

إن مرور تيار كهربى فى موصل ينبغى أن يتغلب على مقاومة هذا الموصل ببذل شغل ومرور تيار شدته ١ أمبير فى موصل مقاومته ١ أوم لمدة ثانية واحدة ينتج عنه شغل مقداره ١ جول كذلك فإن فرق الجهد بين طرفى الموصل يساوى ١ فولت . ونستطيع التعبير رياضياً عن هذا كالآتى :

كمية الطاقة الحرارية (ح) = فرق الجهد (حـ) × شدة التيار (ت) × الزمن (ن) .

جول = فولت × أمبير × ثانية

ولكن من قانون أوم حـ = ت × م

حيث م هى مقاومة الموصل بالأوم وبالتعويض فى المعادلة السابقة :

ح = (ت م) × ت × ن = ت^{٢} × م × ن

* **مثال :**

احسب الطاقة الحرارية المنبعثة إذا كان فرق الجهد ٢٤٠ فولت يسبب تياراً شدته ٥ أمبير فى مقاومة لمدة دقيقة :

ح = حـ × ت × ن = ٢٤٠ × ٥ × ٦٠ = ٧٢٠٠٠ جول = ٧٢ كيلو جول

* مثال :

احسب الطاقة الناتجة عندما يمر تيار شدته ٣ أمبير فى مقاومة قدرها ١٠ أوم لمدة ١٠ ثوان

ح = ت^{٢} × م × ن = (٣)^{٢} × ١٠ × ١٠ = ٩٠٠ جول

• القدرة الكهربية :

القدرة هى معدل بذل الشغل أو الطاقة فى وحدة الزمن .

ق = $\frac{ح}{ن}$ ووحدتها جول/ثانية

∴ ق = $\frac{حـ \times ت \times ن}{ن}$ = حـ × ت = ت^{٢} × م وحدتها وات

* مثال :

احسب القدرة بالوات لمشع كهربى يتصل بمصدر قوته ٢٤٠ فولت يدفع تياراً شدته ١٠ أمبير

ق = جـ × ت = ٢٤٠ × ١٠ = ٢٤٠٠ وات = ٢,٤ كيلو وات

* مثال :

احسب القدرة بالوات الناتجة من مقاومة قدرها ١٤,٧ كيلو أوم عند مرور تيار شدته ٢٠ ميللى أمبير .

وعموماً فإن الجول يعتبر وحدة صغيرة عند تقدير الطاقة المستخدمة فى المنازل ، فمثلاً مشع حرارى قدرته ١ كيلو وات يعمل لمدة ٤ ساعات يحتاج إلى ١٤,٤٠٠,٠٠٠ جول (١٤,٤ ميجا جول) .

ولهذا فنحن نستخدم وحدة أكبر قليلاً هى الكيلو وات ، وهى الوحدة التى نجدها فى فاتورة الكهرباء وهى توازى ٣,٦٠٠,٠٠٠ جول وهكذا فإن مشع قدرته ١ كيلو وات يعمل لمدة ٤ ساعات يستهلك .

٤ × ٣,٦٠٠,٠٠٠ = ١٤,٤٠٠,٠٠٠ جول

لكن من الأسهل أن نستخدم الكيلو وات كالآتى :

١ كيلو وات × ٤ = ٤ كيلو وات ساعة

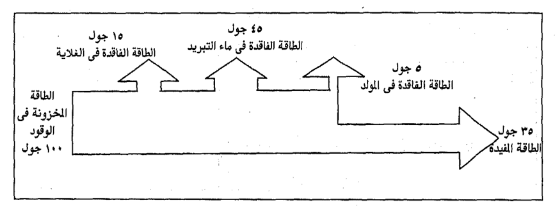
* **مثال :**

إذا كان محرك ينتج ٥ كيلو وات من القدرة الميكانيكية بكفاءة قدرها ٨٠ ٪ أحسب القدرة الكهربية الداخلة إلى المحرك .

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{٥ كيلو وات}}{\text{القدرة الداخلة}} \qquad \therefore \frac{٨٠}{١٠٠} = \frac{٥}{\text{القدرة الداخلة}}$$

$$\therefore \text{القدرة الكهربية الداخلة} = \frac{٥٠٠}{٨٠} = ٦,٢٥ \text{ كيلو وات}$$

• إنتاج الطاقة الكهربية :



فى محطة توليد الكهرباء تستخدم طاقة الوقود فى تسخين الماء إلى درجة الغليان ، ويستخدم البخار الناتج ذو الضغط العالى فى إدارة توربين والذى يدير بدوره مولدًا لتوليد الكهرباء . ويوضح شكل سانكى أن ٤٥ ٪ من طاقة الوقود تضيع فى تبريد المياه (فى بعض الحالات يستخدم الماء الخارج فى تدفئة المنازل بالمناطق الباردة) . وفى معظم الأحوال يستخدم الفحم أو البترول أو الغاز كوقود ، كذلك فإنه فى بعض الحالات تستخدم الطاقة النووية أو الطاقة الجيوحرارية (كما سنوضح فيما بعد) أو استخدام الرياح فى إدارة مثل هذه المولدات أو المياه الهابطة من شلالات المياه و هكذا . ولكل نوع من المحطات التى تقوم بتوليد الكهرباء عيوبه كما يوضح الجدول التالى :

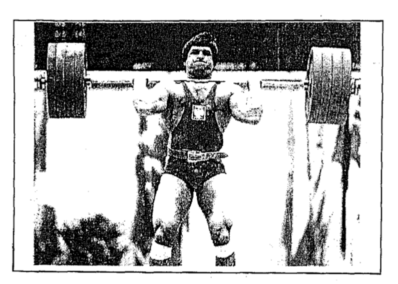
العيوب	نوع المحطة
• يصدر عنها ثانى أكسيد الكبريت ويسبب الأمطار الحمضية . • يصدر عنها ثانى أكسيد الكربون ويسبب الصوبة الخضراء • مصادر الوقود محدودة .	محطات تعمل بالفحم أو البترول أو الغاز
• النفايات الذرية يجب التخلص منها بطريقة آمنة . • مخاطرة الحوادث النووية (مثل شيرنوبل) . • الوقود المتاح محدود .	محطات تعمل بالطاقة النووية
• تحتاج توربينات متعددة وكبيرة وعلى مساحة عريضة . • تتصف بالضوضاء والشكل غير الجميل مع عدم توفر الرياح كل يوم .	توربينات الرياح
• مستحيلة فى المناطق المستوية • تغرق مساحات كبيرة وتؤثر على الاتزان البيئى للمنطقة .	المحطات الهيدروكهربية (السدود)
• تحتاج إلى مدّ عال وبالتالى ممكنة فى أماكن محدودة . • تؤثر على التوازن البيئى للمنطقة	المدّ والجذر (القناطر)

• طاقة الوضع :

(أ) طاقة الوضع للجاذبية الأرضية :

يبين الشكل التالى رافع أثقال يرفع كتلة قدرها ٢٠٠ كجم لمسافة ٢ متر ، بالتالى فإن طاقة الوضع لهذه الأثقال =

الوزن (نيوتن) × التغير فى الارتفاع (متر)

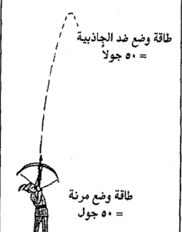


ولما كان الوزن = الكتلة (كجم) × العجلة (م/ث^2)

∴ طاقة الوضع (جول) =

الكتلة (كجم) × العجلة (م/ث^2) × التغير فى الارتفاع (متر)

وحتى نتحرى الدقة فإن هذه المعادلة تحسب التغير فى طاقة الوضع وهى هنا تساوى : ٢٠٠ × ١٠ × ٢ = ٤٠٠٠ جول



(ب) طاقة الوضع المرنة :

وهى تلك الطاقة المخزونة فى القوس أو الياى وتحسب بمقدار الطاقة اللازمة لشدّ القوس أو الياى

الطاقة المرنة (جول) = القوة المتوسطة ($ق_م$) × مسافة الشدّ (بالمتر)

والشكل المبين يوضح تحول الطاقة المرنة إلى طاقة وضع ضد الجاذبية الأرضية وذلك باستخدام القوس .



• طاقة الحركة :

إن الفيل الذى يجرى لديه طاقة حركة أكبر من الرجل الذى يجرى نظراً لكبر كتلته ، من ناحية فإن سيارة السباق لديها طاقة حركة أكبر

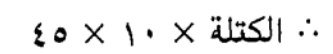
من السيارة العائلية وذلك لأن سرعتها أكبر بكثير . والمعادلة التى تحسب طاقة الحركة هى :

طاقة الحركة (جول) = $\frac{1}{2}$ × الكتلة (كجم) × مربع السرعة (م/ث)^{2} مثلاً اذا كان الفيل كتلته ٢٠٠٠ كجم ويجرى بسرعة قدرها ٥ م/ث فإن طاقة حركته هى : $\frac{1}{2}$ × ٢٠٠٠ × (٥)^{2} = ٢٥٠٠٠ جول

* مثال :

أسقط جاليليو حجرًا من فوق برج بيزا المائل والذى ارتفاعه ٤٥ م احسب سرعة الحجر عند وصوله إلى الأرض وذلك بافتراض أن مقاومة الهواء يمكن إهمالها .

طاقة الوضع عند القمة = طاقة الحركة عند الأرض



∴ الكتلة × ١٠ × ٤٥

= $\frac{1}{2}$ × الكتلة × (السرعة)^{2}

∴ ٤٥٠ = $\frac{1}{2}$ × (السرعة)^{2}

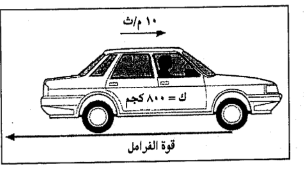
٩٠٠ = (السرعة)^{2}

∴ السرعة = ٣٠ متر/ث^{2}

* مثال :

سيارة كتلتها ٨٠٠ كجم تتحرك بسرعة ١٠ م / ث ، وعند الضغط على الفرامل فإنها تقف تماماً خلال ٨ أمتار .

احسب القوة المتوسطة للفرامل .



طاقة الحركة للسيارة تتحول كلها إلى طاقة حرارية عند الفرامل

∴ الشغل المبذول للفرامل = الطاقة المحولة

∴ قوة الفرامل × المسافة الفرملية = $\frac{1}{2}$ × الكتلة × (السرعة)^{2}

∴ قوة الفرامل × ٨ = $\frac{1}{2}$ × ٨٠٠ × ١٠٠

∴ قوة الفرامل = ٥٠٠٠ نيوتن

• القدرة الميكانيكية :

عند تصعيد سيارة فوق تل أسرع من سيارة أخرى فإننا نقول بأن قدرتها أكبر من الثانية ، وتعرف القدرة كما قلنا بأنها معدل بذل الشغل وهى تساوى :

$$\frac{\text{الشغل المبذول (جول)}}{\text{الزمن المستغرق (ث)}} = \frac{\text{الطاقة المحولة}}{\text{الزمن المستغرق}}$$

وتحسب قدرة بعض الماكينات العملاقة بالكيلو وات أو الميجا وات (مليون وات) كما يمكن تقديرها بالحصان الميكانيكى وهو يساوى ٧٥٠ وات .

وحتى نستشعر القدرات المختلفة فإن سيارة عائلية قدرتها ٤٠ كيلو وات وسيارة السباق قدرتها ٤٠٠ كيلو وات أما الصاروخ المنطلق للقمر فإن قدرته ١٠٠,٠٠٠ ميجا وات .

• أزمة الطاقة :

من المهم جدًا للمهندس الذى يقوم بالتصميم أن يضع أهمية قصوى للطاقة المستخدمة ، فمؤخراً أدركنا جميعًا أننا نركب سفينة واحدة هى الأرض وهذه السفينة تتميز بمقدار محدود من الطعام والوقود أيضاً . كذلك فإن ركاب هذه السفينة يزيدون فى كل عام حيث يزيد عدد السكان . إذا فإمداداتنا من الوقود لن تستمر إلى الأبد .

• البترول والغاز الطبيعى :

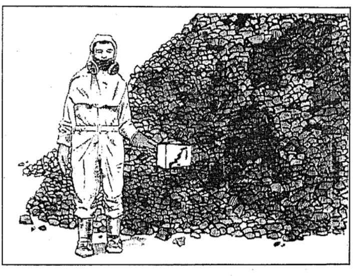
هما أول ما سيختفى ، وإذا استهلك العالم كله البترول بنفس المعدل الذى تستهلكه أمريكا وأوربا فإن موارد البترول سوف تنضب خلال أربع سنوات ! ! ..

تلك الموارد غير متجددة ، أما إذا استمر بمعدله الحالى فسوف يستمر حوالى ٣٠ سنة ، ولك أن تتخيل وقتها كيف يكون شكل الحياة بلا بترول ولا بلاستيك .

● الفحم :

سيستمر لفترة أطول ، ربما ٣٠٠ سنة مع الاستخراج العاقل له ، وربما رأينا قاطرات بخارية حديثة مرة أخرى !! ...

● الطاقة النووية :

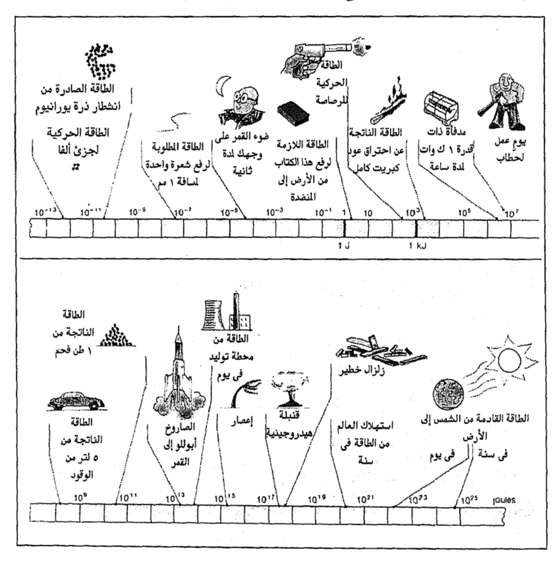


هى إحدى الوسائل التى نوفر بها استهلاكنا للمصادر السابقة التقليدية باستخدام وقود آخر هو اليورانيوم يتم استخراجه من باطن الأرض . وباستخدام الانشطار النووى يتم إنتاج طاقة حرارية هائلة وحتى نستدل على ذلك فيكتفى أن تعرف أن واحد كيلو جرام يوارنيوم ينتج ما يوازى ٦٠ طنًّا من الفحم . هذا النوع من الطاقة يمكن أن يستمر لفترة ولكنه يسبب المشاكل العديدة نظراً لخطورة النفايات المشعة الناتجة ، كذلك فإن كل محطة نووية تستمر فقط ٣٠ سنة ولا يمكن فكها مرة أخرى نظراً لخطورة الإشعاع . وبصفة عامة فنحن

نفقد كمية كبيرة جدًّا من الطاقة ، فتصنيع علبة مياه غازية واحدة يحتاج إلى أكثر من ٥ مليون جول ، ونحن نلقى بأكثر من ٧٠٠ مليون علبة منها كل عام ، كذلك فصناعة الورق والحديد بصفة خاصة تحتاج إلى طاقة عالية جدًا والقليل منها يعاد تصنيعه .

لابد لنا من إيجاد طرق جديدة للحصول على الطاقة ، فمثلاً الطاقة الشمسية متوفرة مجاناً لكن ليس من السهل استخدامها . والعلماء يحاولون جاهدين لإيجاد مصادر أخرى ومهما يكن فقد لا يكفى مستقبلاً ولهذا فإن أهم آمالنا هو التحكم أخيراً فى أكبر قنبلة هيدروجينية وهى الشمس .

ويبين الشكل التالى كميات الطاقة التى تستهلكها الأنشطة والمظاهر المختلفة سواء الطبيعية أو غيرهما حتى يمكننا أن نستشعر تصدر هذه الكميات .

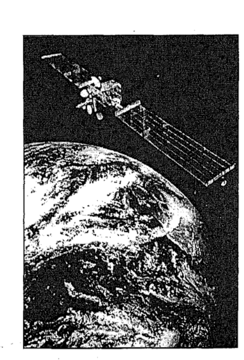


• المصادر الجديدة للطاقة :

بعض المصادر متجدد ولا يستهلك مثل الفحم أو البترول ، ويحاول العلماء دائما تصميم الآلات لاستخدام مثل هذه المصادر . ويوضح الجدول التالى أنواع هذه الطاقة ومصادرها .

نوع الطاقة	المصدر الأصلى لها
الشمسية	الشمس
الكتلة الحيوية	الشمس
الرياح	الشمس
الهيدروكهربية	الشمس
الأمواج	الشمس
المدّ والجذر	القمر
الجيوحرارية	الأرض

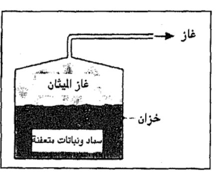
• الطاقة الشمسية :



تتلقى الأرض كمية هائلة من الطاقة من الشمس مباشرة وبصفة يومية ، ولكننا نستخدم جزءًا يسيرًا منها ، فبعض المنازل لديها ألواح شمسية على الأسطح ، وفى البلاد الحارة تستخدم الأفران الشمسية فى الطهى ، كذلك فإن الأقمار الصناعية وسفن الفضاء تستخدم خلايا شمسية لتحويل ضوء الشمس إلى كهرباء (كما هو مبين بالشكل) . تستطيع أن تجد أيضاً بعض الحاسبات اليدوية تعمل بالخلايا الشمسية والمشكلة الحقيقية حتى الآن هو فى أننا إذا أردنا أن

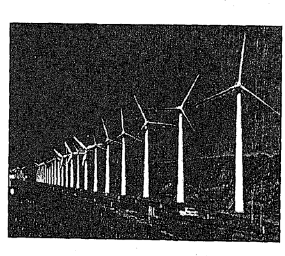
نستعمل الصحراء الكبرى فى أفريقيا وذلك بتغطية جزء منها بالخلايا الشمسية فإننا نحتاج لتغطية ٤٠ سم٢ هذه الخلايا لإنتاج قدرة تعادل إحدى محطات القوى الحالية .

• الكتلة الحيوية Biomass :



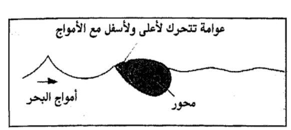
جزء من ضوء الشمس تحتبسه النباتات أثناء نموها ، ونحن نستخدم هذه الكتلة الحيوية حينما يأكل هذه النباتات أو عند حرق الخشب ، ففى البرازيل يزرعون قصب السكر ويستخدمون السكر فى صناعة الكحول ، والكحول يستخدم أحياناً بديلاً للبترول . كذلك فإن النباتات المتعفنة تنتج غاز الميثان وهو الغاز الطبيعى الذى نستخدمه فى الطهى . وهناك خزانات مخصوصة لتعفين النباتات وإنتاج الميثان لاستخدامه كوقود فى الطهى وهذه الطريقة تستخدم أيضاً فى الصين والهند .

• الرياح :

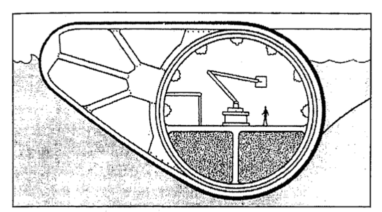


هذه الطاقة تأتى أيضاً من الشمس لأنها تنتج من تسخين أجزاء مختلفة من الهواء على الأرض بطريقة غير متساوية وتعتبر طواحين الهواء الحديثة على كفاءة عالية ومع ذلك فإننا نحتاج إلى حوالى ٢٠٠٠ توربين هوائى عملاق لإنتاج قدرة تعادل ما تنتجه إحدى محطات القوى الحديثة .

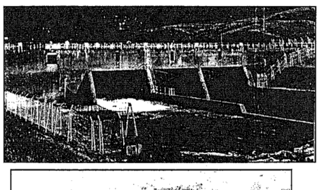
• الطاقة الموجية :

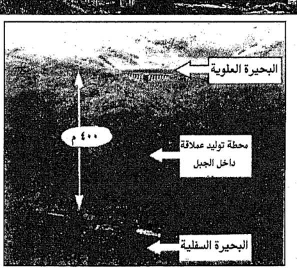


وهى تنتج من حركة الرياح عبر البحار والمحيطات وتحتوى على كمية كبيرة من الطاقة الموجبة وإحدى طرق الحصول على مثل هذه الطاقة هى باستخدام عوامات كبيرة تتحرك لأعلى ولأسفل مع حركة الموج ثم تحول تلك الحركة إلى كهرباء ، وحتى تنتج ما يعادل محطة قوى واحدة فإننا نحتاج إلى ٢٠ كيلو متر من العوامات .



• الطاقة الهيدروكهربية :





تستخدم السدود فى تخزين المياه خلفها ، سواء مياه الأنهار أم الأمطار ، ثم بالتحكم فى فى مرور المياه من خلال مولدات كهربية إما بالاندفاع كما فى حالة الأنهار أو بالسقوط من مستوى عال كما يوضح الشكل الأيسر وفيه تستخدم مياه الأمطار المخزونة يتم توليد الكهرباء . وهذه الطريقة هى من أفضل وأنظف مصادر الطاقة ،

ونفس الفكرة يمكن استخدامها فى تخزين الطاقة الصادرة من محطات القوى ، ففى الليل حيث الطلب منخفض على الطاقة فإن خافض الكهرباء يستخدم فى رفع المياه إلى بحيرة علوية ، أما أثناء النهار فإنه يسمح للماء بالهبوط لإنتاج الكهرباء حيث يزداد الطلب عليها .

• طاقة المدّ:

مع حركة القمر حول الأرض فإنه يجذب البحار بحيث يختلف ارتفاع المدّ وإذا بنى سدّ عبر ممر النهر إلى بحر يمكن عمل بوابات تحبس المياه عند المدّ العالى . وعند المدّ المنخفض يسمح للمياه بالسقوط وتوليد الكهرباء

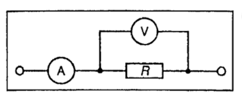


• الطاقة الجيوحرارية :

يتميز باطن الأرض بالحرارة نتيجة للإشعاع ، وفى بعض الأماكن من العالم مثل نيوزيلاندا يندفع الماء الساخن من باطن الأرض إلى السطح بصورة طبيعية . كذلك فإنه فى بعض المناطق يتم دفع الماء البارد فى العمق إلى أسفل من خلال ثقوب فيندفع البخار إلى السطح ويمكن الاستفادة منه .

اختبر معلوماتك

(١) اختر الإجابة الصحيحة مما يأتى :



(١) بالرجوع إلى الشكل المقابل إذا كان التيار المار فى المقاومة شدته ٥ أمبير وفرق الجهد بين طرفى هذه المقاومة هو ١٠٠ فولت فإن القدرة المستهلكة خلالها هى :

أ ـ ٢٠ وات ب ـ ٢٠ جول

جـ ـ ٥٠٠ وات د ـ ٥٠٠ جول

(٢) فى نفس الشكل ، اذا كانت شدة التيار ٥ أمبير والمقاومة هى ١٠ Ω فإن القدرة المستهلكة هى :

أ ـ ٢ وات ب ـ ٢,٥ وات

جـ ـ ٢٥ وات د ـ ٢٥٠ وات

(٣) ماكينة كفاءتها ٨٠ ٪ ، فإذا كانت القدرة الداخلة إليها هى ٤٠٠ وات فإن القدرة الخارجة هى :

أ ـ ١٢٠ وات ب ـ ٣٢٠ وات

جـ ـ ٤٨٠ وات د ـ ٧٢٠ وات

(٤) سخان كهربى ذو قدرة ٣ كيلو وات يعمل ٩ ساعات ، الطاقة المستخدمة هى :

أ ـ ٣ كيلو وات ساعة ب ـ ٢٧ كيلو وات ساعة

جـ ـ ٣ كيلو جول د ـ ٢٧ كيلو جول

(٥) ونش يرفع حملاً يزن ٣٠٠ نيوتن لارتفاع ٥ م فى ١٠ ثوان ، قدرة هنا الونش هو :

أ ـ ١,٥ كيلو وات ب ـ ١,٥ كيلو جول

جـ ـ ١٥٠ وات د ـ ١٥٠ جول

(٦) كمية الطاقة المنبعثة من براد شاى كهربى قدرته ٢ كيلو وات فى ١٠ ثوان هى :

أ ـ ٢٠٠٠ جول　　　ب ـ ٢٠٠٠ وات

جـ ـ ٢٠ كيلو وات　　　د ـ ٢٠ كيلو جول

(٧) رجل يرفع صندوقاً يزن ٥ نيوتن من الأرض إلى رفّ يرتفع ٢ متر عن سطح الأرض . الشغل الذى بذله الرجل هو :

أ ـ ٢,٥ جول　　　ب ـ ١٠ جول

جـ ـ ٢,٥　　　د ـ ١٠ وات

(٨) فى ثانية واحدة يحول مصباح كهربى ٣ جول إلى ضوء و ٥٧ جول إلى حرارة .

أ ـ احسب الطاقة الداخلة فى ثانية واحدة (القدرة) ؟

ب ـ ما كفاءة هذا المصباح ؟

(٩) سيارة وزنها ١٠٠٠ كجم تسير بسرعة ٣٠ متر/ث :

أ ـ ما طاقة الحركة لهذه السيارة ؟

ب ـ إذا هدأت السيارة من سرعتها إلى ١٠ م / ث فما هى طاقة حركتها الجديدة .

جـ ـ ما هو التغير فى طاقة الحركة ؟

د ـ إذا كانت السيارة قد قطعت ٨٠ متراً لتهدئ من سرعتها فما القوة المتوسطة للفرامل ؟

(١٠) تقذف فتاة كرة إلى أعلى بسرعة ١٠ م / ث ، ما أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة إذا كانت العجلة = $\frac{\text{١٠ ن}}{\text{كجم}}$

أ ـ ٢,٢٤ م　　　ب ـ ١٤,٥ متر

جـ ـ ٥,٥ متر　　　د ـ ٣,٣ م

(١١) سيارة تسير بسرعة ٣٠ متر/ث على طريق مستو ، فإذا كان عليها أن تتغلب على مقاومة كلية تبلغ ٦٠٠ ن :

أ ـ ما هى المسافة التى تقطعها السيارة فى ١٠ ثوان ؟

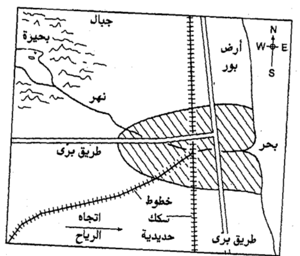
ب ـ ما هو الشغل الذى يبذله محرك السيارة خلال هذه الفترة ؟

جـ ـ ما هى قدرة المحرك ؟

د ـ إذا كان احتراق الوقود يمد السيارة بـ ٦٠ كيلو جول فى كل ثانية فلماذا إجابتك فى حـ أقل منها فى د ؟

هـ ـ ما هى الكفاءة ؟

(١٢)



الخريطة الموضحة تبين منطقة صناعية (المظللة) ، وتأتى رياح منتشرة من الاتجاه الغربى كذلك هناك جبال محيطة يتدفق منها نهر خلال المنطقة ويصب فى البحر . كما يمر خط سكة حديد رئيسى . ومن المخطط إنشاء محطة قوى لتوليد الطاقة الكهربية التى ستستخدم للأغراض المنزلية وأيضًا الصناعية . والاختيار المطروح هو واحد من ثلاثة ؛ إما محطة تعمل بالفحم ، أو توربينات الرياح أو محطة هيدروكهربية . المطلوب أن تحدد أى الاقتراحات تؤيد مع تدعيم هذا الرأى بالأسباب التمويلية والاجتماعية والبيئية مقارنة بالاقتراحات الأخرى .

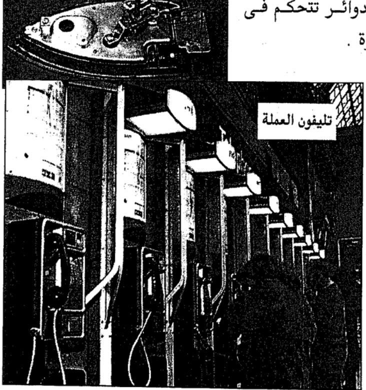
الوحدة الثامنة

الكهرباء والإلكترونيات والتحكم

من الصعب فى عصرنا هذا أن تجد أى نشاط إنسانى يومى لا يعتمد على الأجهزة الكهربية أو الإلكترونية بطريقة أو بأخرى . ومعظم الأجهزة التى تراها هى معتادة بالنسبة لك وبدونها فإن حياتنا تبدو صعبة ومختلفة .

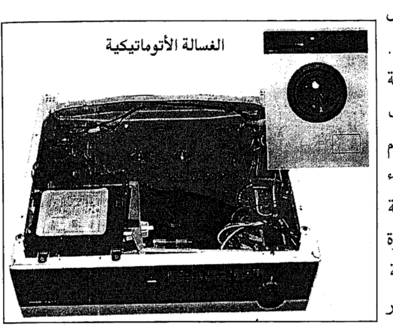
ثرموستات

وتحتوى هذه الأجهزة على نظم تحكم كهربية وإلكترونية وهى دوائر تتحكم فى أسلوب عمل تلك الأجهزة .



فمثلاً المكواة التى تعمل بالبخار تستخدم الكهرباء لتسخين العنصر الذى يؤثر على القماش بالحرارة ، ولكن درجة حرارة هذا العنصر يجب التحكم فيها والدائرة التى تقوم بهذا تحتوى على عنصر خاص اسمه

الثرموستات وهو مثال بسيط لنظم التحكم . أما بالنسبة للغسالة الأتوماتيكية فإن الموقف أكثر تعقيداً لأن النظام يتحكم فى تدفق الماء منها وإليها بالإضافة إلى درجة الحرارة وسرعة دوران الأسطوانة وهكذا . بمعنى آخر كل دورة الغسيل .


الغسالة الأتوماتيكية

وبعض أنظمة التحكم الراقية تنتمى إلى الإنسان الآلى ومثال ذلك هو الذراع الآلى ، وهى آخذة فى الزيادة لتحل محل معظم العمليات الإنتاجية بالمصانع . والإنسان الآلى يعمل أسرع من الإنسان ويؤدى أعمالاً كثيرة متنوعة ، كذلك يمكن العمل فى ظروف صعبة وخطيرة ونادراً ما يرتكب أخطاء أو يشعر بالملل .

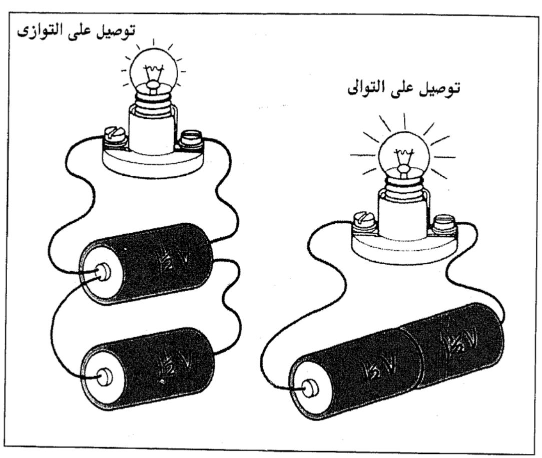
والإنسان الآلى الحقيقى يتميز بعقل إلكترونى يحفظ ويقوم بتشغيل المعلومات التى تتحكم فى أنشطته وإذا أريد أن يقوم الإنسان الآلى بعمل جديد فإنه يمكن مسح ذاكرته تماماً وتعبئتها بمجموعة تعليمات جديدة وهذا ما يسمى بالبرمجة .

• المبادئ الأساسية للكهرباء :

• الفولت والتيار :

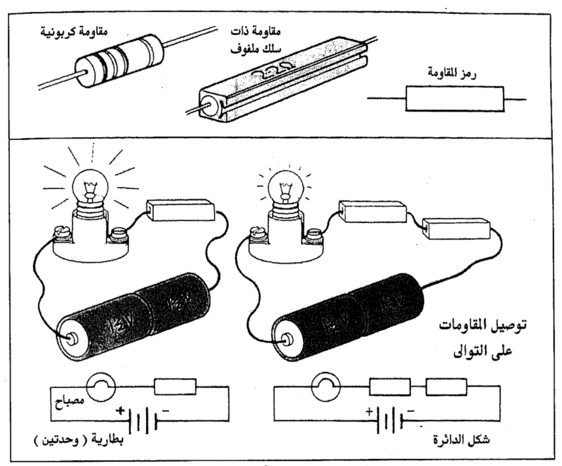
إن البطارية هى مصدر للطاقة الكهربية ، فهى توفر الضغط الذى يدفع الكهرباء إلى التدفق . ونحن نقيس هذا الضغط بالفولت « V » ، وكلما كان الفولت عالياً كلما كان الضغط أكبر . أما تدفق الكهرباء فيسمى بالتيار ويقاس بالأمبير « A » . اذا كانت بطارية واحدة تضىء مصباحاً خافتاً وبطاريتان متصلتان على التوالى تضيئه أكثر توهجاً فهذا لأن البطاريتين المتصلتين على

التوالى يتجمع ضغطهما ، وهكذا فإنهما ينتجان ضعف الضغط الكهربى ، كذلك فإن الضغط الأعلى ينتج تياراً أكبر . أما إذا وصلت البطاريتان على التوازى (كما فى الشكل الأيسر) فإن ضغطهما لا يجمع وإنما الضغط الناتج هو نفسه الناتج من بطارية واحدة . لكن للتوصيل على التوازى ميزتان ، الأولى أنهما ينتجان تيارًا أعلى والثانية أنهما يستمران لفترة أطول .

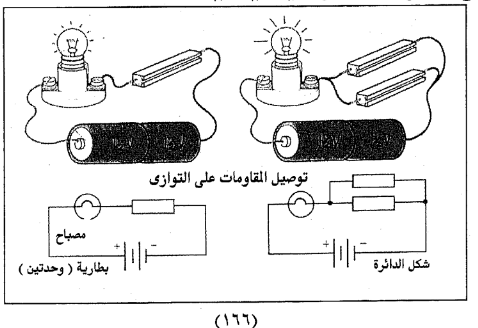


• المقاومة :

أى شىء يقاوم مرور التيار الكهربى يقال بأن له مقاومة ، ونحن نقيس المقاومة بالأوم ورمزه « Ω » ويتميز السلك الكهربى بمقاومة صغيرة جداً تسمح بمرور التيار الكهربى بحرية . والمقاومات عديدة ومتنوعة كما يبينها الشكل التالى ، كذلك فإن فتيلة المصباح لها مقاومة تجعلها تتوهج وتضىء ، وتوضح كمية التوهج مقدار التيار المار فى المصباح .



عند توصيل المقاومات على التوالى فإن الأثـر هـو إضافـة مقاومـة إلى الدائـرة ، والمقاومة الكلية يمكن إيجادها ببساطة بجمع كل المقاومـات المتصلـة علـى التـوالى كالآتى : المقاومة الكلية $م_{ك} = م_{1} + م_{2} + م_{3} ....$



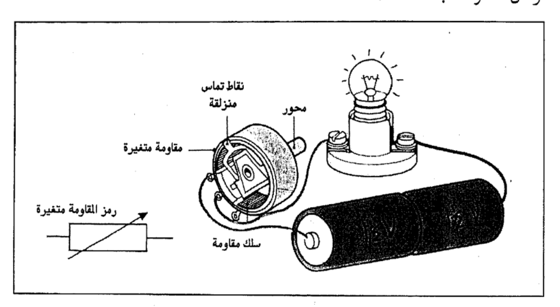
أما إذا وصلنا المقاومات على التوازى فإن ذلك يقلل من المقاومة فى الدائرة وهذا يوضح لماذا يبدو المصباح فى الدائرة أكثر توهجًا .

ولحساب المقاومة الكلية على التوازى فإن $م_{ك}$ تحسب كالآتى :

$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{١}{م_{١}} + \frac{١}{م_{٢}} + \frac{١}{م_{٣}} + ...$$

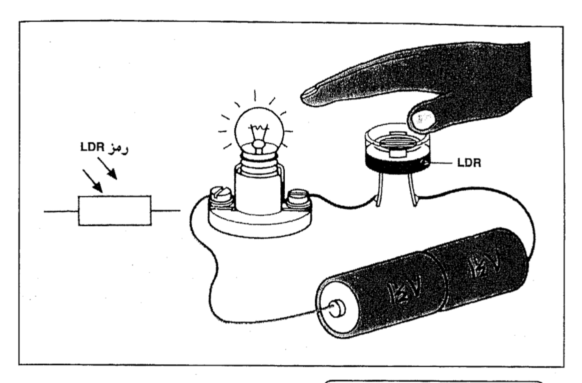
• المقاومة المتغيرة :

وهى تستخدم للتحكم فى التيار المار فى الدائرة ، فعند إدارة المحور تزداد وتقل المقاومة تبعاً لذلك .



• المقاومة الضوئية Light dependent resistor (LDR) :

هى نوع من المقاومات يعتمد أساساً على كمية الضوء المسلطة عليه ، وعند تغطيته ببطء فإن المصباح يزداد خفوتاً وفى النهاية ينطفئ ، وهكذا تقل مقاومة LDR كلما زاد الضوء الساقط عليه فيمر التيار الكهربى .



• الثرميستور Thermistor :

وهو نوع آخر تختلف مقاومته مع درجة الحرارة ، ولدينا نوعان منه :

الأول : تزداد مقاومته مع زيادة الحرارة ويتميز بمعامل حرارة موجب +t

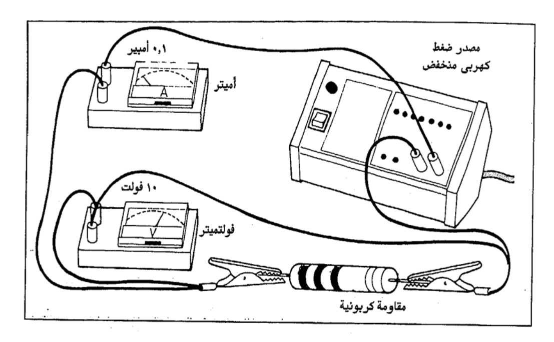
والثانى : تقل مقاومته بزيادة الحرارة ويتميز بمعامل حرارة سالب -t

• قانون أوم :

إن التيار المار فى مقاومة يتناسب مع الضغط الكهربى الواقع عند طرفيها ، بمعنى آخر إذا تضاعف الضغط الكهربى عبر المقاومة فإن التيار أيضًا يتضاعف ، وإذا تضاعف ثلاث مرات يتضاعف أيضًا التيار ثلاث مرات وهكذا . هذا ما يعرف بقانون أوم والذى يقضى بأن :

$$\text{المقاومة (أوم)} = \frac{\text{الضغط الكهربى (فولت)}}{\text{التيار الكهربى (أمبير)}} \quad \text{أو} \quad م = \frac{ف}{ت}$$

• قياس الضغط الكهربى والمقاومة :



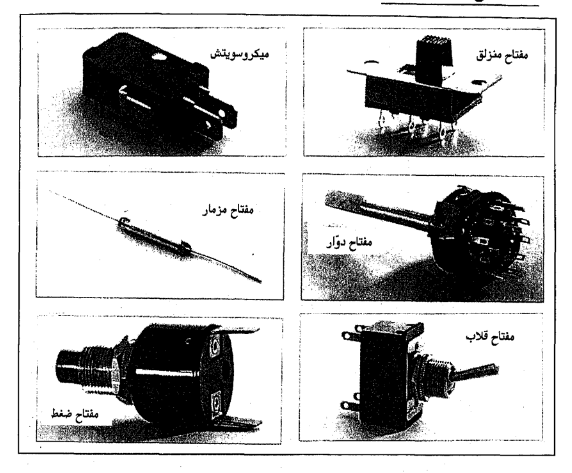
يستخدم جهاز الأميتر لقياس شدة التيار الكهربى ، ويجب توصيله فى الدائرة على التوالى مع باقى مكوناتها وهكذا فإن التيار المار فى الدائرة يمر أيضًا فى الأميتر فيمكن قياسه . أما الفولتميتر فيستخدم لقياس الضغط الكهربى أو الفولت عبر أحد مكونات الدائرة وبالتالى يجب توصيله على التوازى مع المكون المراد قياس الضغط الكهربى (الفولت) عبره . وأخيرًا فإن المقاومة يمكن حسابها باستخدام قانون أوم وذلك بحساب التيار المار فى المكون وكذلك الفولت عند طرفيه كما فى الشكل ، وتحسب المقاومة كالآتى :

$$م = \frac{ف}{ت} = \frac{١٠}{٠,١} = ١٠٠ \ \Omega$$

• التحكم الكهربى :

تستخدم الأجزاء الآتية للتحكم الكهربى :

* المفاتيح switches

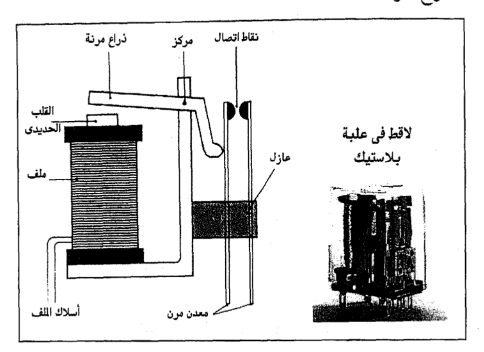


كلنا نستخدم المفاتيح يوميًا لإضاءة مصباح أو إدارة الراديو ومجفف الشعر والعديد من الأجهزة وللمفتاح دور واحد : فصل أو وصل التيار فى دائرة . ويوضح الشكل أعلاه أنواعًا مختلفة من المفاتيح التى تستعمل فى الدوائر المختلفة .

* اللاقطات Relays

اللاقط هو مفتاح يفتح ويقفل بالمغناطيس الكهربى ، ويبين الشكل التالى تركيب لاقط بسيط . فعند مرور تيار كهربى فى الملف يتولد مجال مغناطيسى يمغنط القلب الحديدى الذى بدوره يجذب الذراع المرنة فيقفل المفتاح . أما عند قطع

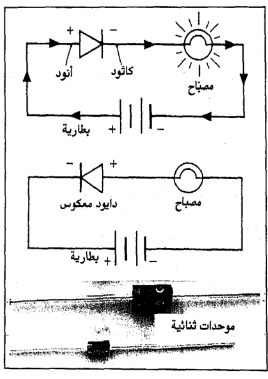
التيار الكهربى فإن المجال المغناطيسى يزول فيفتح المفتاح مرة أخرى حيث تبتعد الذراع المرنة .



• التحكم الإلكترونى :

تستخدم الأجزاء التالية فى التحكم الإلكترونى :

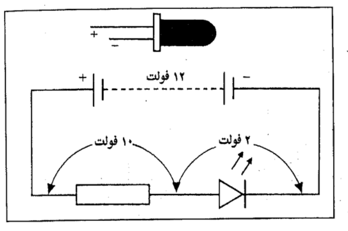
* الموحد الثنائى Diode



ويسمى « دايود » وميزته أنه يسمح للتيار الكهربى بالمرور فى اتجاه واحد ولا يسمح بالعكس ومعظم الدايودات المعروفة تتكون من وصلة إما « P » أو « n » من أنصاف الموصلات السليكونية semiconductors ، ويوضح الشكل أثر الدايود . وللدايود طرفان يسميان الأنود والكاثود ، وعندما يوصلان

بالطرفين الموجب والسالب لمصدر التيار يمر التيار الكهربى وفى هذه الحالة يسمى موجه للأمام .

* الدايود الباعث للضوء (Light Emitting Diode (LED



هو نوع من الموحدات يشع ضوءًا عند مرور التيار الكهربى فيه . ويستخدم عادة لبيان أى دائرة كهربية أو جهاز فى حالة التشغيل « ON » وهذه الموحدات كمثيلها لا تمرر التيار الكهربى إلا فى اتجاه واحد ، وهى تعمل بمقاومة على التوالى ويمكن استخدام قانون أوم لحساب قيمة هذه المقاومة . ومن المهم معرفة أنه إذا وصّل مكونان كهربيان أو أكثر عبر مصدر التيار الكهربى فإن الضغط الكلى للمصدر ينقسم بينها بنسبة مقاومات هذه المكونات فمثلاً إذا تطلب الـ LED ٢ فولت فإن هناك ١٠ فولت لابد أن تسقط عبر المقاومة ليكون المجموع ١٢ فولت وهو الضغط الكهربى للمصدر . كذلك إذا كان LED يحتاج إلى ١٠ ميللى أمبير فإن المقاومة المتصلة على التوالى معه قيمتها كالآتى :

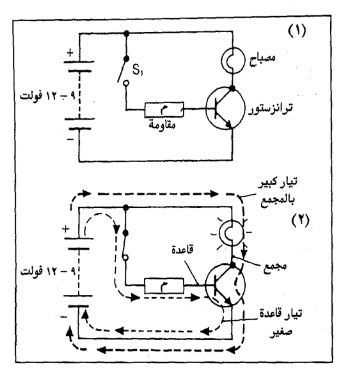
$$م = \frac{ف}{ت} = \frac{١٠}{٠,٠١} = ١٠٠٠ \text{ أوم}$$

• الترانزستورات Transistors :

هو مكون نصف موصل ذو ثلاث طبقات من « p » و « n » ، هذه الطبقات الثلاث تسمى الباعث ، القاعدة ، المجمع (emitler , base , collector) .
والترانزستورات توجد على أشكال وأحجام عديدة ولكن هناك فقط نوعان أساسيان سوف نتناول منها النوع npn .

* ماذا تفعل الترانزستورات ؟

في الشكل (١) فإن المفتاح S_1 مفتوح وفي هذه الحالة لا يمر التيار الكهربي في أي جزء من الدائرة ، ولكن عند إغلاق S_1 يمر تيار صغير في قاعدة الترانزستور من خلال المقاومة م وهكذا يفتح الترانزستور ويسمح بمرور تيار كبير من خلال المجمع إلى المصباح كما في شكل (٢) وهكذا فإن الفكرة الرئيسية للترانزستور تعتمد على مرور تيار بسيط في قاعدته يسمح بفتح الترانزستور وبالتالي مرور تيار كبير في خط آخر .

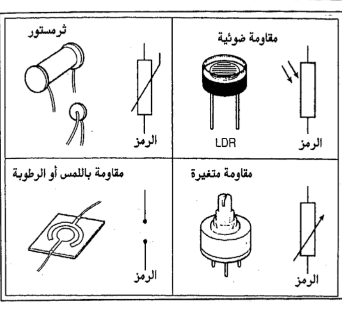


• النظم الإلكترونية :

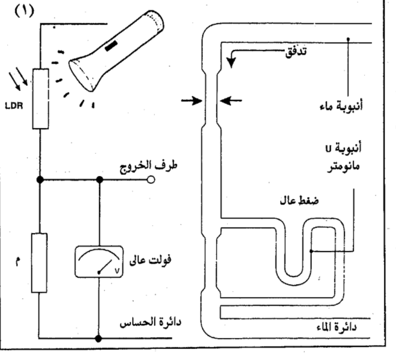
تحدثنا عن نظم التحكم وعرفنا أن الفكرة الأساسية تعتمد على مدخل input وعملية process ثم مخرج output وسوف نستعرض الآن كيفية تطبيق هذه النظم .

كما أن للإنسان حواس يستشعر بها ومن خلالها يتلقى المعلومات فيستجيب المخ ويعطي الإشارات . فهو يتكون من جهاز للإدخال input device ليستشعر البيئة حوله ، ثم جهاز تشغيل أو تحكم processor ليستجيب لمثل هذه التغيرات ثم جهاز للإخراج output device يؤدي الوظيفة المطلوبة .

● أجهزة الإدخال Input devices :

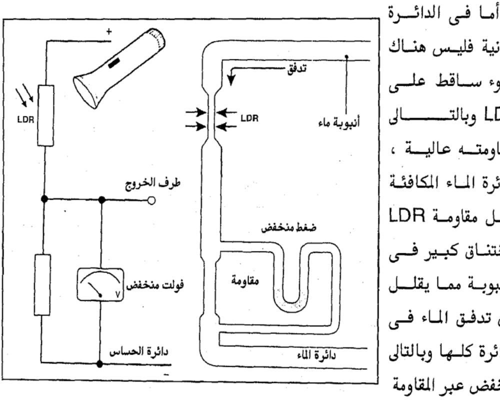


نستطيع أن نسمى تلك الأجهزة بالحساسات لأنها تستشعر أى تغير فى البيئة المحيطة كالتغير فى الحرارة والإضاءة ودرجة الرطوبة والحركة وهكذا ، وتستجيب تلك الحساسات بإصدار تغير فى الفولت والشكل المقابل يبين أمثلة منها .



وحتى نفهم عمل الحساسات سوف نتناول المثال المبين والذى يستخدم المقاومة الضوئية LDR وتقارن بدائرة الماء المصاحبة له . وتحتوى الدائرة الكهربية على LDR ومقاومة م تتصل على التوالى عبر مصدر كهربى . والجزئان معاً يمثلان دائرة الحساس . وأنت تذكر أن LDR تعتمد مقاومته على كمية الضوء الساقطة عليه ، ففى الظلام تكون المقاومة عالية وعند تعرضه للضوء تقل هذه المقاومة . والدائرة الأولى تمثل الحالة فى حالة

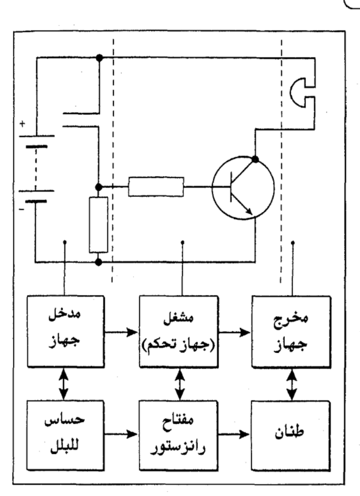
تعرضه للضوء ويمثل ذلك فى دائرة الماء المكافئة اختناق بسيط لأنبوبة الماء ، وهكذا يمر الماء بسهولة فى الأنبوبة كما يمر التيار بسهولة خلال LDR . من ناحية أخرى فهو مقيد بالمقاومة أسفل ونتيجة ذلك يتولد ضغط عال للماء عبر المقاومة وهذا الضغط يمكن قياسه باستخدام مانومتر على هيئة أنبوبة تأخذ الشكل U . أما فى دائرة الحساس فإننا نستخدم الفولتميتر لقياس الضغط أو الفولت عبر المقاومة (لاحظ قراءة الفولتميتر العالية) .



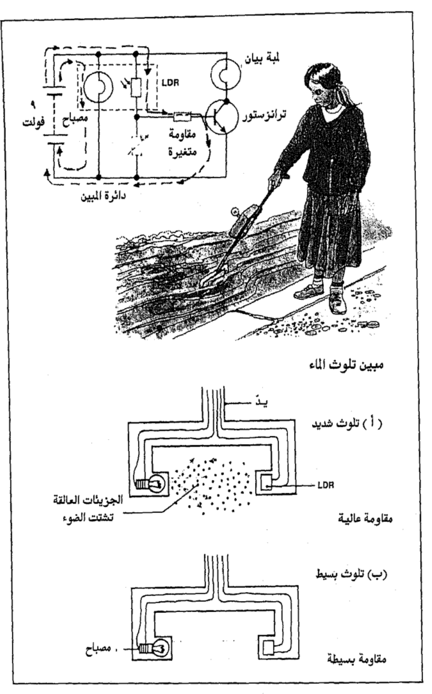
أما فى الدائرة الثانية فليس هناك ضوء ساقط على LDR وبالتالى فمقاومته عالية ، ودائرة الماء المكافئة تمثل مقاومة LDR باختناق كبير فى الأنبوبة مما يقلل من تدفق الماء فى الدائرة كلها وبالتالى ينخفض عبر المقاومة السفلية (كما يظهر فى المانوميتر) . كذلك فى الدائرة الكهربية فإن المقاومة العالية لـ (LDR) تقلل من تدفق التيار الكهربى فى الدائرة وكذلك عبر المقارنة (كما يظهر فى الفولتميتر) . والآن هل تلاحظ أن اختلاف الفولت الخارج عند طرف الخروج يعتمد بالدرجة الأولى على كمية الضوء الساقط على LDR ؟ بمعنى آخر فإن الحساس يكتشف أى تغير فى البيئة ويصدر تغيراً فى الفولت تبعاً لكمية التغير فى هذه البيئة .

● المشغل Processor :

عرفنا الآن مثالاً للحساس ، والآن جاء دور المشغل (أو جهاز التحكم) الذى يستجيب لذلك التغير فى الفولت الوارد إليه . والترانزستور هو مثال لجهاز تحكم ، فهو يكتشف التغير فى الفولت (الخارج من الحساس) ويستجيب بالتحكم فى كمية التيار المار فى أجهزة أخرى (أجهزة الخروج ouput) وتبين الدائرة أجهزة إدخال وتشغيل وخروج وهو نظام إنذار بامتلاء حوض



الاستحمام بالماء ، فبوصول الماء إلى المستوى المطلوب فإن الحساس يكتشف البلل فتنغلق دائرة الإدخال ويمر تيار صغير بقاعدة الترانزستور ، وبهذا ينفتح فيمر تيار كبير فى دائرة المجمع وهذه الدائرة يتصل بها الطنان فيصدر الصوت منذرا بامتلاء الحوض بالماء . أما إذا انخفض فإن مستوى الماء يبتعد عن طرف الحساس فتنفتح دائرة القاعدة وينقطع التيار فى دائرة المجمع ويتوقف الطنان . وإذًا فهذا الجهاز يتكون من الحساس (طرفان يكتشفان البلل) والمشغل Processor أو جهاز التحكم (الترانزستور) وجهاز الخروج (الطنان) . وأجهزة الخروج عادة تسمى Transducers وتقوم بتحويل الطاقة الكهربية إلى صورة أخرى من صور الطاقة (صوت ، ضوء ، حركة ، .... إلخ)



ويمكننا بتعديل بسيط أن نستخدم الدائرة نفسها فى اكتشاف درجة تلوث الماء ، وهنا نستبدل حساس البلل بـ LDR ومصباح ، كذلك نستبدل الطنان بلمبة بيان كما هو موضح وفكرة عمل هذه الدائرة تعتمد على احتواء الماء الملوث على جزيئات وعوائق كثيرة تؤثر على مسار الضوء الصادر من المصباح كما فى (أ) وبالتالى تتأثر كمية الضوء الواصلة إلى LDR اعتمادًا على مستوى التلوث . أما فى

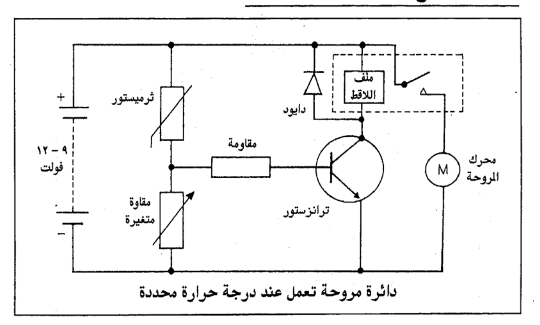
(ب) فإن درجة التلوث قليلة وبالتالى يمر معظم الضوء إلى LDR وبالتالى تقل مقاومته ولا تضئ لمبة البيان . وتتراوح مقاومة LDR من ١٠ مليون أوم فى الظلام إلى ١٣٠ أوم فقط فى الضوء الباهر .

* **ما فائدة المقاومة المتغيرة فى الدائرة ؟**

فى الدائرة الحقيقية فإن التيار المار فى LDR يتفرع إلى طريقين كما هو مبين بالشكل وبالتالى فإن التيار المار فى قاعدة الترانزستور يعتمد على الفولت عبر المقاومة المتغيرة وعلى مقاومة LDR ، وبضبط المقاومة المتغيرة نستطيع أن نثبت عمل الدائرة بحيث تضئ لمبة البيان عند مستوى محدد للتلوث .

• تصميم الدوائر :

* تيار المجمع Collector Current

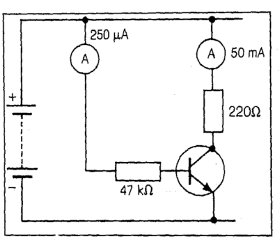


دائرة مروحة تعمل عند درجة حرارة محددة

لكل نوع من أنواع الترانزستور حدّ أقصى لتيار المجمع لابد ألا نتعداه (١٠٠ ميللى أمبير مثلاً) وإذا احتاج الجهاز المطلوب تشغيله إلى تيار أعلى فيمكن استخدام لاقط . والدائرة تبين طريقة تشغيل محرك مروحة عندما تصل الحرارة إلى درجة محدودة (يحتاج المحرك إلى ٢ أمبير وهو تيار أكبر مما يحتمله الترانزستور) . ومرة أخرى تستخدم المقاومة المتغيرة فى ضبط درج الحرارة التى

تعمل عندها المروحة . من ناحية أخرى فعندما يفقد اللاقط مغنطته فإن جزء من طاقته الكهربية يرتد فى عكس الاتجاه مما قد يسبب تلف الترانزستور ، وبتوصيل اللاقط بموحدّ diode على التوازى معه فإن تلك الطاقة تمر من خلاله بعيداً عن الترانزستور فتحميه . ويمثل اللاقط هنا جهاز وسيط يصل بين وظيفتين مع الاحتفاظ بالدائرة مستقلة .

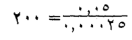
• تكبير الترانزستور :



عرفنا أن تيارًا صغيرًا فى قاعدة الترانزستور تفتح تيارًا أكبر عبر المجمع وهذا ما يسمى بتكبير التيار والنسبة هى :

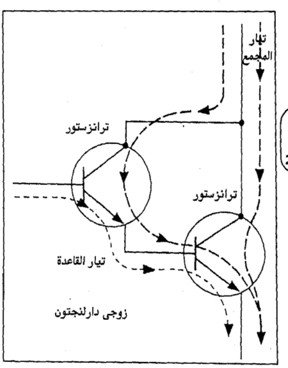
$$\frac{\text{ت المجمع}}{\text{ت القاعدة}}$$

وهى مقياس هذا التكبير وتسمى منفعة التيار ويرمز لها H_{FE} وفى الدائرة المقابلة فإن قيمتها هى :



$$\frac{٠,٠٥}{٠,٠٠٠٢٥} = ٢٠٠$$

• مكبر زوجى دارلنجتون : Darlington Pair amplifier



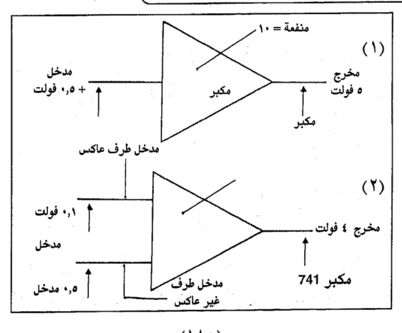
إن تكبير ترانزستور واحدة عادة لا يكفى فى الدائرة ، أما إذا استخدم التيار الذى تم تكبيره فى ترانزستور فى تغذية قاعدة ترانزستور ثان فإن التكبير يتضاعف . مثلاً لو أن تكبير كل

ترانزستور فى الشكل المبين ١٠٠ فإن التكبير المشترك للاثنين يصل إلى ١٠٠٠٠ هذه الطريقة فى التوصيل تسمى زوجى دارلنجتون .

• الدوائر المتكاملة Integrated Circuit :

إن ما درسناه سابقًا من دوائر يتكون من وحدات أو أجزاء مستقلة مثل المقاومات والترانزستورات وهكذا . ولكن الدوائر المتكاملة ICS تحتوى على جميع المكونات المطلوبة لدائرة أو أكثر ، وهى تتكون من رقائق متعددة من السليكون تشكل داخلها مكونات مختلفة معلقة داخل علبة من البلاستيك وتتصل بأطراف متعددة على جوانب هذه العلبة . وسنتناول هنا بعض الوحدات المعروفة فى الدوائر .

• المكبر 741 operational amplifier :



ويسمى اختصارًا op amp يحتوى علــى دائـرة معقـدة لا نسـتطيع رؤيتــها أو حتى إصلاحها إذا تلفت وحتى نفهم عمل هذا المكبر يجب أن نتذكر منفعة التيار ، إلا أنه من الأنسب هنا أن نعتبر منفعة الجهد أو الفولتية . والرمز القياسى للمكبر هو المثلث وله طرف دخول (تدخل إليه الإشارة) وطرف خروج (ويحصل منها على الفولت الأكبر) ، فمثلاً إذا كانت منفعة الجهد ١٠ وكـان الفولـت الداخـل هو ٠,٥ فولت فإن الفولت الخارج هو ٥ فولت (٠,٥ × ١٠ = ٥) .

وغير هــذا المكـبر فـإن op amp (الشكـل الأول) لـه طرفـان لإدخـال ، أحدهما يسمى طرف عـاكس inverting والآخـر طـرف غـير عـاكس - non inverting وهو بهذا يختلف عن المكبر البسيط (الشكـل الثـانى) ، كذلـك فإنه يقوم بتكبير الفـرق فـى الجـهد بينـهما . فمثـلاً إذا وصلنـا +٠,٥ فولـت بالطرف non-inverting و +٠,١ فولت بالطرف inverting فإنه يقوم بتكبير +٠,٤ فولت (وهو الفارق بينهما) ليعطى خرجًا قدره ٤ فولت . أما إذا قلبنا التوصيل فوضعنا +٠,١ فولت على الطرف non inv و +٠,٥ فولت علــى inv فإن الفارق يكون :

= non inv – inv = ٠,١ – ٠,٥ = –٠,٤ فولت

وهذا ما يقوم op amp بتكبيره ، وهكذا يكون الخرج –٤ فولت .

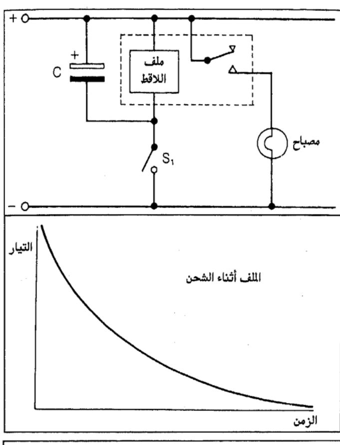
وجدير بالذكر أن تكبير هذا المكبر تصل إلى ١٠٠,٠٠٠ ولكن أقصى خرج يمكن الحصـول عليـه هـو أقـرب قيمـة إلى جـهد الطـرف الموجـب للمصـدر الكـهربى (+٦ أو +٩ فولت مثلاً إذا كان بطارية) هـذا إذا كـان الطـرف non inv أكـبر جهداً من الطرف inv ،وإلا يكون أقرب قيمة إلى جهد الطـرف السـالب للمصـدر (–٦ أو –٩ فولت) إذا كان الطرف inv أكبر جهدًا من الطرف non inv .

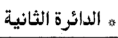
• دوائر التأخير :

* الدائرة الأولى

هذه الدائرة مصممـة لـترك جـهاز مفتـوح لبضـع ثـوان حتـى بعـد استخدامك للمفتاح لإغلاقه لاحظ أن المكثف متصل على التوازى بملف اللاقط ، وعند الضغط

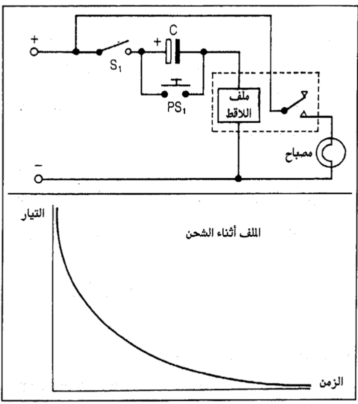
على المفتاح S_1 فإن الملف يتمغنط فيضئ المصباح ، وفى نفس الوقت يشحن المكثف ، أما عند فتح s1 فإن اللاقط لا يقفل وإنما يستمر لبضع ثوان حيث يفرغ المكثف شحنة فيه ، كذلك يظل المصباح مضيئاً لكن التيار الصادر من المكثف يأخذ فى النقصان حتى يصبح غير قادر على حث ملف اللاقط .





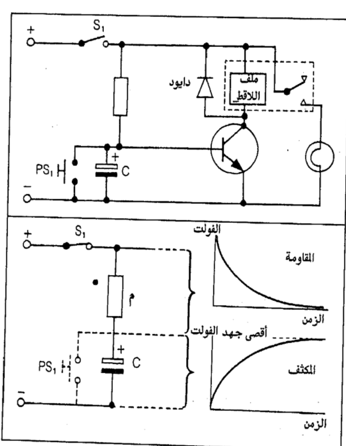
* الدائرة الثانية

وهذه تختلف فى عملها عن الدائرة الأولى ، فهى يمكنها أن تضئ مصباح أو فتح جهاز لفترة بسيطة ثم أغلاقه أتوماتيكيًا ، والمكثف هنا يتصل على التوالى باللاقط . وعند ضغط S_1 فإن المكثف يشحن عبر اللاقط ويكون تيار الشحن عالياً فى بادئ الأمر إلا أنه يأخذ فى



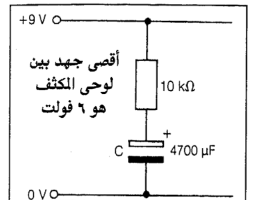
الانخفاض إلى الصفر عندما يشحن المكثف تمامًا . وفى البداية فإن الملف يتمغنط فيغلق الدائرة ويضئ المصباح ، وعندما يقل التيار لا يستطيع الاحتفاظ بالملف وهو يتمغنط ولهذا يفقد أثره فتفتح الدائرة وينطفئ المصباح . وكلما كان المكثف كبيراً زاد تأخير فتح الدائرة . أما المفتاح ps_1 فهو يستخدم والمفتاح s_1 مفتوحاً وذلك لتفريغ المكثف فى البداية قبل الضغط على s_1 .

* الدائرة الثالثة



عند تنشيط هذه الدائرة يحدث تأخير قبل أن يتمغنط اللاقط ويضئ المصباح ، فعند ضغط s_1 يبدأ المكثف فى الشحن عبر المقاومة . وأثناء ذلك يزداد الجهد عند طرفيه (كما هو مبين بالمنحنى) وكذلك يقل فى المقابل الجهد عند المقاومة . لاحظ أن مجموع الجهدين يظل ثابتاً وهو جهد المصدر الكهربى . وعندما يصل جهد المكثف إلى ٠,٦ فولت يبدأ مرور تيار بسيط فى قاعدة الترانزستور فيبدأ فى الفتح ويصل إلى الفتح الكامل عندما يكون جهد المكثف ٠,٧ فولت فيتمغنط اللاقط . ولإعادة الدائرة مرة أخرى يضغط على ps_1 لتفريغ المكثف . ومن الأهمية معرفة أنه أثناء شحن المكثف أو تفريغه فإنه لا يمر أى تيار بين لوحيه وإنما تتراكم الشحنة الكهربية على كل لوح وتنطلق منهما عند التفريغ .

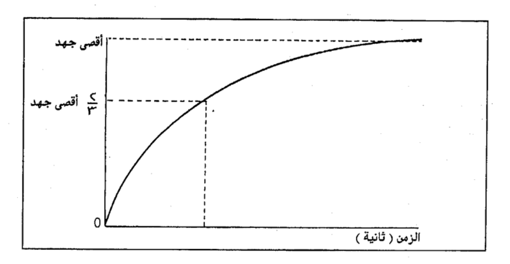
* ما هو الوقت المناسب لشحن المكثف ؟



ثابت الزمن فى دائـرة المكثـف والمقاومـة
Rc Time Constant

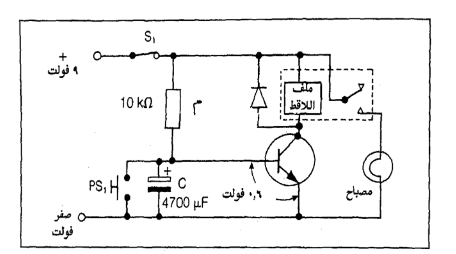
عند شحن مكثف عبر مقاومة فإن الزمـن اللازم حـتى يـصل جـهد المكثف إلـى ⅔ جهد المصدر الكهربى يسـمى بثـابت الزمـن ويحسب كالآتى :

ثابت الزمن (ثانية) = م (المقاومة بالأوم) × سعة المكثف (بالفاراد)



مثلاً فى الشكل الثابت = ١٠,٠٠٠ × ٠,٠٠٤٧ = ٤٧ ثانية

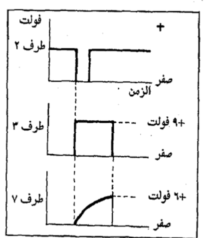
فـإذا كـان جـهد المصدر الكـهربى ٩ فولـت فـإن ⅔ القيمـة هـو ٦ فولـت والوصول إلى هذه القيمـة يسـتغرق ثـابت الزمـن كلـه (٤٧ ثانيـة) ولمـا كـان الترانزستور يفتح عند وصول جهد قاعدته إلى ٠,٦ فولت فإننا نحتاج إلى $\frac{١}{١٠}$ من هذا الزمن ليفتح الترانزستور ويضئ المصباح ، أى أننـا نحتـاج إلى حـوالى ٤,٧ ثانية أما إذا أردنا أن نزيد التأخير فالحل هو زيـادة قيمـة المكثـف . ولا تحاول أن تزيد من قيمة المقاومة لأن الزيادة المبالغ فيـها سـوف يعطـل عمـل الدائرة أساساً (انظر الشكل التالى) :

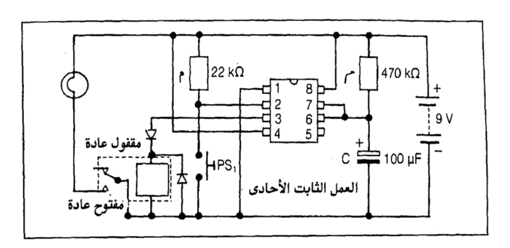


* الموقت ٥٥٥ 555 Time - integrated circuit



إن الشكلة الأساسية فى الدوائر (٢) ، (٣) أنك تضغط لإعادة الدائرة وتفريغ المكثف يدوياً على ps_1 بعد كل دورة ، كذلك فإن زمن التأخير أيضاً ضئيل ولا يستفاد منه علمياً . إن كل هذه الشكلات تحلها الدائرة المتكاملة 555 Timer . وقد صمم الموقت ٥٥٥ ليفتح جهازاً لفترة محدودة ثم يغلق مرة ثانية كما فى الدائرة الثانية . ولبداية الدورة الزمنية يضغط على ps_1 لحظياً فيصل الطرف ٣ إلى ٩ فولت ويتمغنط اللاقط ويظل كذلك لفترة تحددها مكونات المكثف والمقاومة RC فى الدائرة ، ثم يغلق مرة أخرى حيث يعود جهد الطرف ٣ إلى الصفر مرة أخرى . ويبين الشكل إلى اليسار الجهد على الأطراف ٢ ، ٣ ، ٧ خلال التسلسل السابق ، وفى نفس الوقت الذى يغلق فيه اللاقط يبدأ المكثف فى التفريغ خلال الدائرة الداخلية للدائرة المتكاملة IC ، وهكذا تستعد الدائرة للدورة التالية . والجهاز المطلوب التحكم فيه فى هذه الحالة هو المصباح الذى يضئ وينطفئ طبقاً لوضع اللاقط بالطريقة المعروفة ولحساب زمن التأخير للموقت ٥٥٥ نستخدم المعادلة التالية :





زمن التأخير (ثانية) = ١,١ × المقاومة (أوم) × سعة المكثف (فاراد)

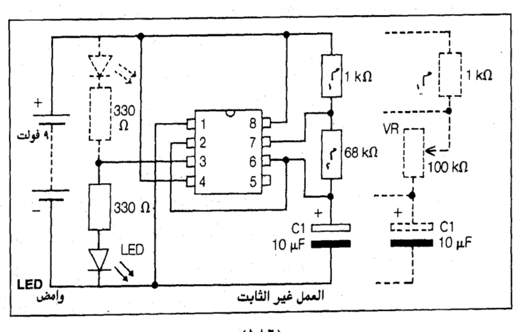
فإذا كانت المقاومة = ٤٧٠ كيلو أوم = ٤٧٠,٠٠٠ أوم

وسعة المكثف = ١٠٠ ميكرو فاراد = ٠,٠٠٠١ فأراد فإن زمن التأخير هو :

١,١ × ٤٧٠,٠٠٠ × ٠,٠٠٠١ = ٥١,٧ ثانية .

ويمكن إحلال المقاومة بأخرى متغيرة قيمتها ٣ ميجا أوم للتحكم فى زمن التأخير .

وتسمى الدائرة السابقة بدائرة العمل الثابت الأحادى monostable operation ومعناها أن خرج الدائرة من الطرف ٣ له وضع ثابت (صفر فولت) برغم أن الخرج يمكن أن يرتفع إلى ٩ فولت إلا أنه دائماً ما يعود إلى الصفر مرة أخرى بعد فترة محدودة .



وهناك نظام آخر هو دائرة العمل غير الثابت A stable operation وهو ليس لديه وضع ثابت فهو يتردد بين صفر و ٩ فولت باستمرار والـ LED في الدائرة المقابلة يظل يضئ وينطفئ بصفة مستمرة ، كما أن تردد هذا الـ LED يمكن حسابه كالآتى :

$$ت = \frac{١,٤٤}{ث_١ (م_١ + ٢ م_٢)} \quad ث_١ \text{ هى سعة المكثف}$$

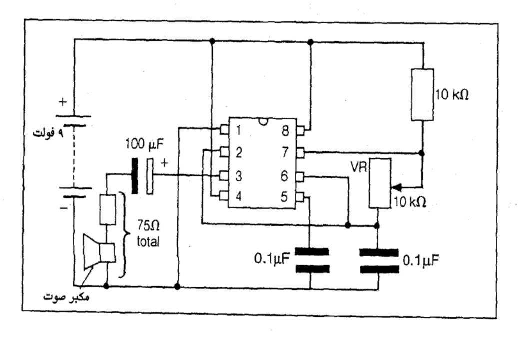
وفى حالتنا هذه ت $= \frac{١,٤٤}{(١٠٠٠ + ٢ \times ٦٨٠٠٠) \times ٠,٠٠٠٠١} = \frac{١,٤٤}{١,٣٧} = ١,٠٥$ هرتز

بمعنى ومضة واحدة فى الثانية . أما إذا أردنا ضبط التردد فإننا نستبدل $م_٢$ بأخرى متغيرة كما هو مبين بالجزء المنقط .

* مولد النغمات Tone generator

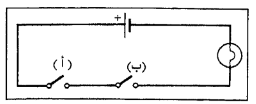
بإجراء بعض التغيرات البسيطة على الدائرة السابقة نستطيع الحصول على مولد نغمات .

ولهذا عدة تطبيقات أهمها أجهزة الإنذار والآلات الموسيقية وغيرها . وللتحكم فى حدة النغمة الصادرة يمكنك ضبط المقاومة المتغيرة .



* الدوائر المنطقية Logic circuits

• بوابة AND



كوّن دائرة كالشكل المبين واضغط كل زر على حدة ، ثم اضغط عليها معاً . فالوضع الذى يضئ عنده المصباح ؟ ستجد أنه يضئ فقط إذا كان المفتاح أ والمفتاح ب مضغوطين معاً فى نفس الوقت ونستطيع أن نعرف كيفية عمل هذه الدائرة (أو البوابة gate) من جدول الحقيقة التالى :

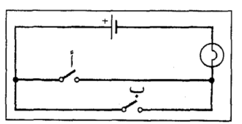
المفتاح أ	المفتاح ب	المصباح
مفتوح	مفتوح	مطفأ
مغلق	مفتوح	مطفأ
مفتوح	مغلق	مطفأ
مغلق	مغلق	مضئ

المدخلات   الخرج

إن كل سطر فى هذا الجدول يسمى منطق الدائرة (logic) وهو يصف وضعًا من الأوضاع ونتيجته ، ومثل هذا النوع من المنطق يستخدم فى الغسالة الأتوماتيكية حيث يوجد مفتاح رئيسى فى وضع التشغيل وآخر يعمل مع الباب ، فلأغراض الأمن والسلامة لا تعمل الغسالة إلا عندما يكون الباب مقفولاً . وجداول الحقيقة تظهر بالأرقام بدلاً من الوصف . ولما كان كل مفتاح ليس له إلا وضعان (إما مفتوح أو مغلق) فإننا نستخدم رقمين فقط هما صفر ، ١ فإذا كان مفتوحاً لا يمر التيار وتعتبر هذه الحالة صفر والعكس أن يمر التيار وتعتبر هذه الحالة ١ وهكذا فإن جدول الحقيقة هو كما يلى :

المفتاح ١	المفتاح ب	المصباح
٠	٠	٠
١	٠	٠
٠	١	٠
١	١	١

• بوابة OR



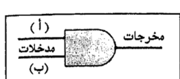
الدائرة المبينة يضئ فيها المصباح إذا كان المفتاح أ أو المفتاح ب مغلقاً ، وتسمى هذه الدائرة OR gate وفيها يمر التيار الكهربى خلال أ أو ب إلى المصباح الكهربى فيضئ ولا يشترط الضغط عليهما معًا كما فى الحالة الأولى ، ويبين جدولها الأوضاع المختلفة لها :

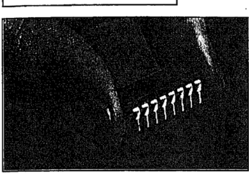
جدول الحقيقة لبوابة OR

المفتاح أ	المفتاح ب	المصباح
٠	٠	٠
١	٠	١
٠	١	١
١	١	١

وتستخدم هذه الدائرة مثلاً فى حالة توصيل أبواب السيارة بدائرة منطقية OR والتى تحتفظ بمصباح الصالون مضيئاً عند فتح أى باب من أبواب السيارة . وفى الحالتين السابقتين استعرضنا دوائر تستخدم مفاتيح ميكانيكية ، إلا أنه فى الواقع العملى تستخدم الترانزستورات كمفاتيح كما تستخدم إشارات كهربية كمدخلات بدلاً من الضغط على مفتاح . هذه البوابات المنطقية يمكن أن تكون صغيرة جداً وتستخدم فى الساعات الرقمية والحاسبات والإنسان الآلى .

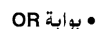
• بوابة AND



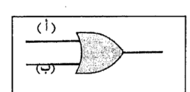




إن دائـرة متكاملـة IC واحـدة دقيقـــة يمكن أن تحتوى على عدة بوابات AND مكونة من عدة ترانزســتورات كـل واحــد يعمـل طبقاً للفولـت الواقـع عليــه وهــذا الفولـت يمكـن أن يكــون صفــرًا (صــفر منطقى) أو أعلـى (واحـد منطقـــى) . والشكل الرمزى لبوابة AND ذو مدخلين كما هـو مبـين بالشكل وطبقـاً لجـدول الحقيقة الذى ذكرناه فإن هناك خرجًا إذا كان أ و ب عند ١ منطقى ، ونود أن نذكر هنـا بأن صفر منطقى يـوازى صفر فولت بينما ١ منطقى يوازى فى الواقع ٥ فولت .

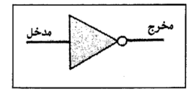


• بوابة OR



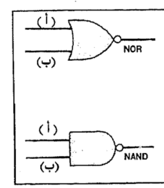
ورمزها كما هو مبين ولـها مدخلان أيضًا وتعمل عندما يكون أ أو ب عند ١ منطقى .

• بوابة NOT



هذا هو النوع الثالث مــن البوابـات ويسـمى محوّل inverter وجدول الحقيقـة سـهل جـداً فإن المخرج هو دائماً عكس المدخل وأحياناً ما يتم تجميع هذه البوابات كالآتى :

مخرج	مدخل
١	٠
٠	١



NAND = NOT و AND

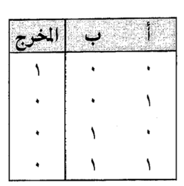
NOR = NOT و OR

ويتميز الرمز بدائرة صغيرة عند المخرج لتختلـف عن الرموز السابقة كذلك فإن جداول الحقيقة لـهما هى كالاتى :

جدول الحقيقة لـ NAND

أ	ب	المخرج
٠	٠	١
١	٠	١
٠	١	١
١	١	٠

جدول الحقيقة لـ NOR

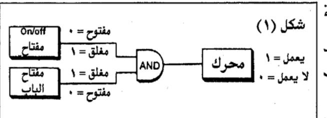


أ	ب	المخرج
٠	٠	١
١	٠	٠
٠	١	٠
١	١	٠

وهى كما ترى عكس AND و OR على الترتيب .

* استخدامات الدوائر المنطقية

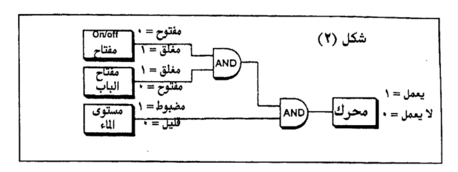
دائرة تشغيل الغسالة الأتوماتيكية



شكل (١)

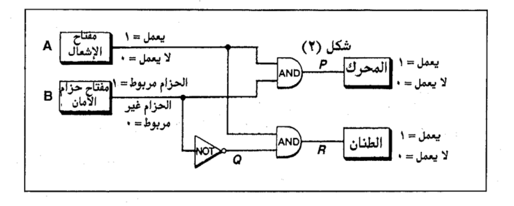
إن مصمـم الغسـالة الأتوماتيكية ينبغى أن يتـأكد مـن عـدم بـدء المحـرك إلا عندما يكون المفتـاح الرئيسـى فـى وضـع التـشـغـيل وبـاب الغسالة مغلق للأمان . ومن الجدول المنطقـى لـ AND يكـون المخـرج هـو أ لبـدء المحرك فقط كما يبين الشكل أ .

أما إذا أردنا أن نضيف شرطًا آخر وهو أن يكون مسـتوى المـاء مضبوطًـا أيضًـا فإننا نضيف بوابة أخرى AND كما يبين الشكل (٢) وهكذا كما ترى أننا نضيف بوابة أخرى فى كل مرة نضيف شرطًا آخر .



* دائرة حزام الأمان للسيارة

لإدارة محرك السيارة يجب أن تكون نقطة P فى وضع ١ منطقى وهـذا يمكـن فقط بفتح A ، B معًا ومع ذلك إذا حاول السائق إدارة مفتاح الإشعال أ قبل ربط حزام الأمان فإن الطنان يعمل . ولتحليـل هـذه الدائـرة يجـب أن ننشـئ جـدول الحقيقة لتغطية كافة الاحتمالات والتوليفات الممكنة . والعمود الثالث فى الجدول يمثل النتيجة عند نقطة P (مخرج A ، B) بينما الرابـع يمثـل النتيجـة عنـد نقطة Q (وليس B) وأخيراً فإن العمود الخامس يمثـل النتيجـة عنـد نقطـة R (مخرج A و Q) .



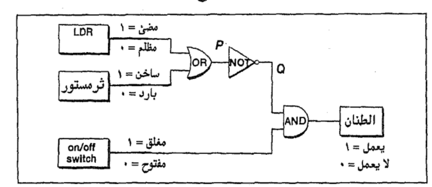
جدول الحقيقة لدائرة حزام الأمان

الطنان R A AND Q	Q NOT B	المحرك P A AND B	B	A مدخلات
٠	١	٠	٠	٠
٠	٠	٠	١	٠
١ (يعمل)	١	٠	٠	١
٠	٠	١ (يدور)	١	١

* جهاز التحذير عند الظلام والبرد

يريد بستانى إنذارًا عند هبوط الظلام ووقوع برودة شديدة بالخارج بحيث يمكنه حماية محصوله . وهناك عدة طرق لذلك وتبين الدائرة الموضحة إحدى هذه الطرق . والمفتاح C بالدائرة المبينة يمكنه من إبطال الطنان .

وجدول الحقيقة المبين أدناه يبين الأوضاع المختلفة .



جدول الحقيقة لجهاز التحذير على اعتبار المفتاح C مغلق دائماً

R C AND Q	Q NOTP	P A oR B	B	A مدخلات
١	١	٠	٠	٠
٠	٠	١	٠	١
٠	٠	١	١	٠
٠	٠	١	١	١

وذلك بالاحتفاظ بالمفتاح ٢ مغلق دائماً (عند ١ منطقى) .

اختبر معلوماتك

(١) اختر الإجابة الصحيحة فى كل مما يأتى :

(١) إن التيار الكهربى فى موصل هو تدفق للآتى :

أ ـ البروتونات　　　ب ـ الإلكترونات الحرة

جـ ـ النيوترونات　　　د ـ الإلكترونات المشتركة

(٢) لقياس القوة الدافعة الكهربية لبطارية بالفولتميتر فإننا نوصل طرفيها بالفولتميتر عندما يكون :

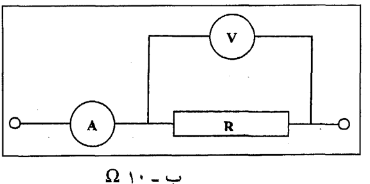
أ ـ ليس هناك حمل على البطارية .

ب ـ هناك حمل صغير موصل بالبطارية .

جـ ـ هناك حمل متوسط على البطارية .

د ـ هناك حمل ثقيل موصل بالبطارية .

(٣) فى الدائرة المبينة إذا كان التيار هو ٢ أمبير وفرق الجهد هو ١٢ فولت فإن قيمة المقاومة هى :



أ ـ ٦ Ω　　　ب ـ ١٠ Ω

جـ ـ ١٤ Ω　　　د ـ ٢٤ Ω

(٤) إذا كان فرق الجهد بنفس الشكل هو ١٠٠ فولت وكانت المقاومة هى ٥٠ Ω فإن شدة التيار هى :

أ ـ ٠,٥ أمبير　　ب ـ ٢ أمبير　　جـ ـ ١٥٠ أمبير　　د ـ ٥٠٠٠ أمبير

(٥) إذا كانت كفاءة ماكينة هـي ٦٠ ٪ وكـانت القـدرة الخارجـة منـها هـي ٧٢٠ وات فإن القدرة الداخلة هي :

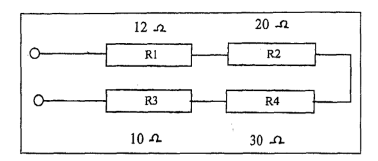
أ ـ ٣٦٠٠ وات ب ـ ٤٠٠ وات

جـ ـ ١٢٠٠ وات د ـ ١٠٠٠ وات

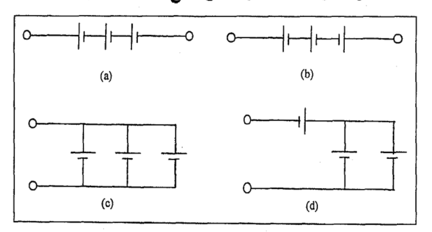
(٦) المقاومة الكلية للدائرة المبينة هي :

أ ـ ٣,٧٥ Ω ب ـ ٣٢ Ω

جـ ـ ٤٠ Ω د ـ ٧٢ Ω



(٧) في الشكل المبين ما هو التوصيل الصحيح لثلاث خلايا كل منـهما ذات جهد ٢ فولت وذلك للحصول على ناتج يساوي ٦ فولت .



(٨) في دائرة التحذير من الظلام والبرد التي ذكرناها هل يمكنك استخدام بوابتـين NOT وبوابـة AND بـدلاً مـن البوابتـين OR و NOT ؟ أنشـئ جدول الحقيقة لـهما . ماذا نستنتج من ذلك ؟

(٩) الدائرة التالية تفتح الفنار أتوماتيكيًا عند هبوط الظلام

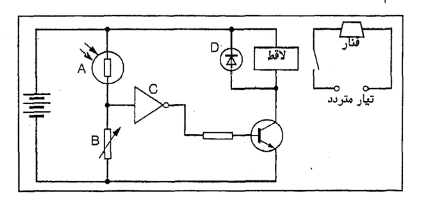
أ ـ ما هو الاسم الكامل للجزء A ؟

ب ـ ما هو اختصار ذلك الاسم ؟

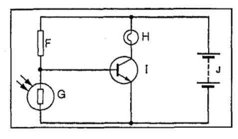
جـ ـ ما الذى يغير من قيمة هذا الجزء ؟

د ـ ما اسم المكون B ؟

هـ ـ ما اسم الجزء C وما تأثيره ؟



(١٠) فى الدائرة المبينة :



أ ـ ما اسم كل من الأجزاء F, G , H , I , J

ب ـ ما فائدة هذه الدائرة ؟

جـ ـ بالإمكان استخدام أجهزة كثيرة تعتمد على هذه الدائرة فى المنزل أو فى المصانع . اذكر مثالاً لكيفية استخدامها فى المصانع .

د ـ كيف يمكنك بإجراء بعض التعديلات أن تستخدم هذه الدائرة فى تدفئة غرفة عندما يكون الجو باردًا ورطبًا فى نفس الوقت .

هـ ـ اذكر أسماء الأجزاء التى قمت بتبديلها بدلاً من تلك التى أزلتها من الدائرة واذكر الأجزاء التى أضفتها إلى دائرتك .

الوحدة التاسعة
تكنولوجيا المواد

عند اختيار المادة اللازمة لصناعة منتج معين فإن أول سؤال يتبادر إلى ذهنك هو :

ما المواد التى تناسب هذا المنتج ؟ مثلاً فإن المادة ذات درجة الانصهار المنخفضة لا تصلح لصناعة أوانى الطهى ، كذلك فإن المواد التى تمتص الماء لا تصلح لصناعة الأحذية العازلة .

وهكذا فإنه من الضرورى اختيار المواد ذات الخواص الملائمة ، فمثلاً فى حالة أوانى الطهى فإنه ينبغى أن يتحمل درجات الحرارة العالية ، وفى حالة الأحذية العازلة لابد أن تتصف بذلك علاوة على المرونة ومقاومتها للحرارة أيضاً .

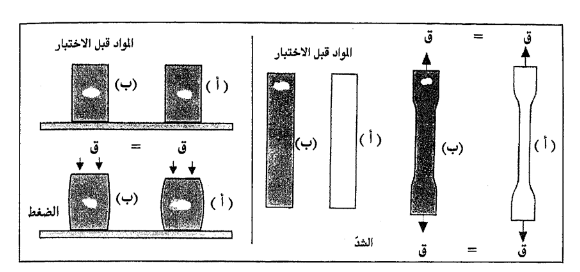
من ناحية أخرى فإن الخواص الجمالية مطلوبة أيضاً وهى تشمل الملمس واللون والنسيج والنمط وغيرها ، كذلك فن طريقة الإنشاء أو التصنيع هى عامل أساسى آخر عند اختيار المواد ، فبعضها لا يمكن تشغيله إلا بطريقة محدودة بينما الأخرى أكثر تنوعاً . يضاف عامل آخر يعتمد على الآلات المتاحة ، وطرق التشغيل لا تتأثر بالمواد فقط ولكن بجودة المنتج ونوع السوق والعمر الافتراضى بالإضافة إلى تكلفة التصنيع لأن المواد تفرض العمليات المناسبة لها وكل هذه العوامل تؤثر فى النهاية فى الربحية .

وباختصار فإن هناك أربعة عوامل رئيسية تؤثر فى اختيار المواد وهى الخواص المطلوبة وعمليات التشغيل وتكلفة المواد ومدى توفر المواد الطبيعية المطلوبة فى الأسواق .

• خواص المواد :

• الصلابة strength :

وهى مقياس لمقاومة أى مادة للتشكيل إذا تأثرت بقوة ما :



• قوة الشد Tensile strength:

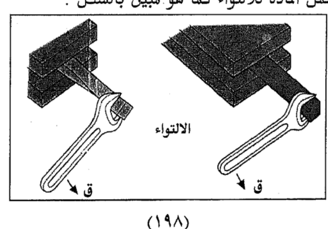
هى مدى احتمال المادة لقوى الشد والمادة التى تتشكل بسهولة تتميز بمقاومة ضعيفة للشدّ والعكس صحيح كما هو مبين بالشكل السابق . أى المواد المبينة تتميز بمقاومة صغيرة للشد ؟

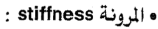
• قوة الضغط compression strength :

هى مدى احتمال أى مادة للعصر أو الانضغاط كما يبين الشكل الأيسر بأعلى

• قوة الالتواء Torsion :

وهى مدى تحمل المادة للالتواء كما هو مبين بالشكل .



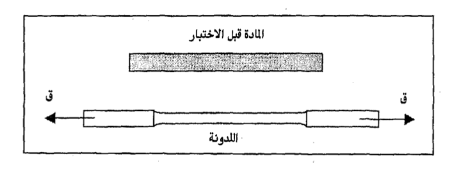


• المرونة stiffness :

هى مقاومة المادة للانحناء .

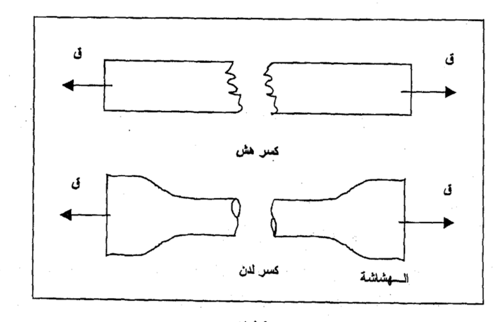
• اللدونة Ductility :

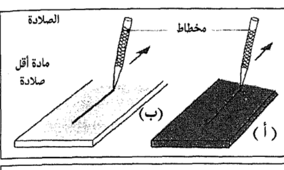
هى قابلية المادة للاستطالة أو المطّ .

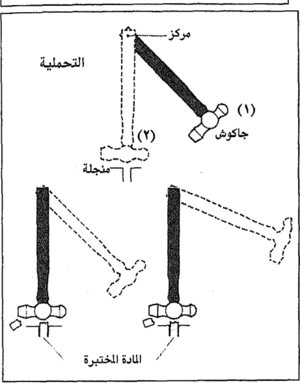


• الـهشاشة Brittleness :

وهى خاصية للمادة التي تنكسر دون أى استطالة . جدير بالذكر أن المادة التى تتميز بلدونة تستطيل قليلاً قبل الكسر .







• الصلادة Hardness :

هى مقاومة المواد للخدش أو العضّ .

• التحملية Toughness :

هى كمية الطاقة اللازمة لكسر مادة ويتم اختبار ذلك باستخدام مطرقة عيارية تهوى من ارتفاع يتغير طبقاً للمادة من الوضع (١) إلى الوضع (٢) فتنكسر المادة .

بالإضافة إلى الخواص السابقة التى ذكرناها فإن هناك خواص أخرى مثل توصيل الكهرباء أو الحرارة والمغنطيسية والكثافة وغيرها .

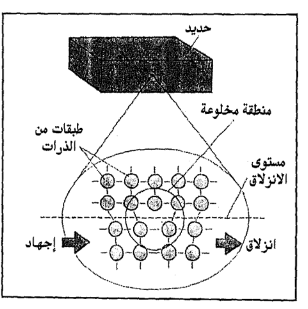
• المعادن :

عندما تكونت الأرض فإن الكتلة المنصهرة كانت تحتوى على معادن كثيرة مختلفة وهى ما نستخلصه اليوم ونستخدمه بكميات كبيرة . ومعظم هذه المعادن اختلط بالصخور فى حالة الانصهار لتكوين ما يسمى بالخامات المعدنية وأشهر هذه الخامات هو البوكسيت الذى يستخرج منه الألمونيوم وخام الحديد الذى يستخرج منه الحديد . وهناك أكثر من سبعين معدنًا مختلفًا نستخدمه من بينها النحاس والرصاص اللذان يستخدمان فى الحالة النقية لهما للاستفادة من خواصهما الطبيعية . لكننا غالباً ما نخلط عدة معادن

مع بعضها أو مع بعض المواد الأخرى لتكوين السبائك ، ومن خلال السبائك نستطيع تغيير بعض الخواص لتناسب ظروف ومتطلبات محدودة . وبصفة عامة يمكن تقسيم المعادن إلى مجموعتين رئيسيتين : حديدية ferrous وتحتوى على عنصر الحديد وغير حديدية non - ferrous وهى التى لا تحتوى على عنصر الحديد .

• المعادن الحديدية :

* الحديد



إن الحديد النقى لا يستخدم بكثرة كمادة هندسية نظرًا لأنه لينٌ جداً ولدونته عالية ، ويمكن وتحوله من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة فإن معظم ذراته تترسب داخل المعدن على هيئة طبقات منتظمة إلا أن بعضها لا يترتب مع الباقى وبهذا توجد نقاط ضعيفة تسمى مناطق مخلوعة من مكانها dislocations . وحينما تتعرض قطعة من الحديد لإجهاد فإن بعض هذه الطبقات تنزلق فوق بعضها ويبدأ المعدن فى التشكل وهذا يفسر لدونة الحديد .

وعند إضافة الكربون إلى الحديد فإننا نستطيع أن ننتج مدى كبير من السبائك تختلف فى خواصها . وهذه السبائك نسميها الصلب الكربونى .

* الصلب الكربونى

• الصلب المعتدل mild steel

هو نوع من الصلب تتراوح نسبة الكربون فيه بين ٠,١ و ٠,٣ ٪ وعند إضافة الكربون إلى الحديد فى فرن الصهر فإن ذرة الكربون تدخل المادة وتغير من

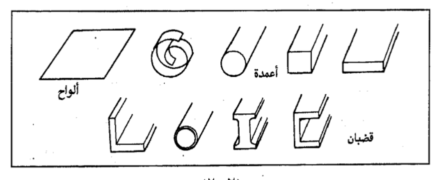
ذرات الكربون تمنع الانزلاق

الصلب الكربونى

تركيبها وخواصها والصلب الناتج هو أقل مرونة ولدونة لأن الكربون يقلل من انزلاق الطبقات فوق بعضها ، كذلك فهذا أكثر صلابة وتحملية من الحديد ويتميز بقوة شدّ عالية . وتبلغ كثافة هذا الصلب ٧,٦ جم / سم٣ درجة انصهاره ١٦٠٠°م وهو يتآكل بالصدأ ويمكن مغنطته ولونه رمادى .

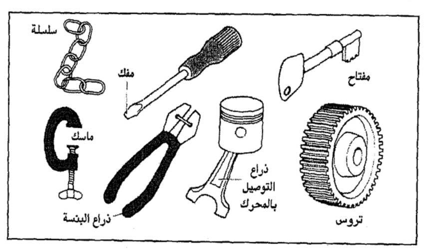


ويمكن إنتاج الصلب المعتدل على أشكال عدة يمكن قطعه وخراطته ولحامه بسهولة ومن ناحية أخرى فإن لدونته وقوة شده تساعد أيضاً على كبسه على البارد فى أشكال معقدة إلا أن كثرة الكبس والانحناء يغير من التركيب الداخلى للصلب فتجعله أكثر قوة وصلابة وهذا ما يسمى صلابة التشغيل work hardening . وفى بعض العمليات الصناعية فإن هذا الأثر يكون مطلوباً وهو يعطى صلباً أكثر قوة ولكنه أكثر هشاشة فى نفس الوقت ، أما إذا لم يكن ذلك مطلوباً فإنه بالإمكان إعادته لحالته الأصلية بعملية التليين annealing وذلك بتسخين المعدن إلى درجة الاحمرار وتركه يبرد ببطء وأمثلة استخدام هذا الحديد هى قضبان السكك الحديدية والأسياخ وألواح الهياكل .



• الصلب متوسط الكربون Medium carbon steel

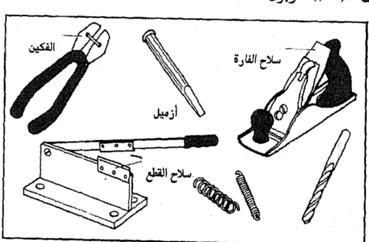
وهذا يحتوى علـــى نســبة مـن ٠,٣ إلى ٠,٧ ٪ كربـون وبالتـالى فـهـذا أكـثر صلابة وهشاشة كذلك فهو أقل لدونة مـن الصلـب المعتـدل ويتمـيز بقـوة شـدّ عالية . وهذا النوع يمكن معاملته حرارياً لجعله أكثر صلابـة ومقاومـة للتـآكل ويستخدم الصلب المتوسط فى صناعــة المفـاتيح والسلاسـل والمفكـات والتـروس وأذرع التوصيل بالمحركات .



• الصلب عالى الكربون High carbon steel

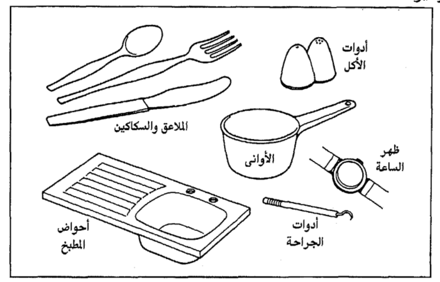
ويحتوى على نسـبة كربـون مـن ٠,٧ إلى ١,٣ ٪ ويتمـيز بصلابـة عاليـة جـداً ولكنه هش جدًا فى نفس الوقـت وأقصـى صلابـة يمكـن الوصـول إليـها بالمعاملـة الحرارية هى للحديد ذى ٠,٧ ٪ كربون .

ويستخدم الحديـد عـالى الكربــون فــى صناعـــة الأســلحة الحـــادة وأدوات القطـــع والمنتجـــات ذات المقاومة العاليـة للتآكل .



• الصلب غير القابل للصدأ Stainless steel

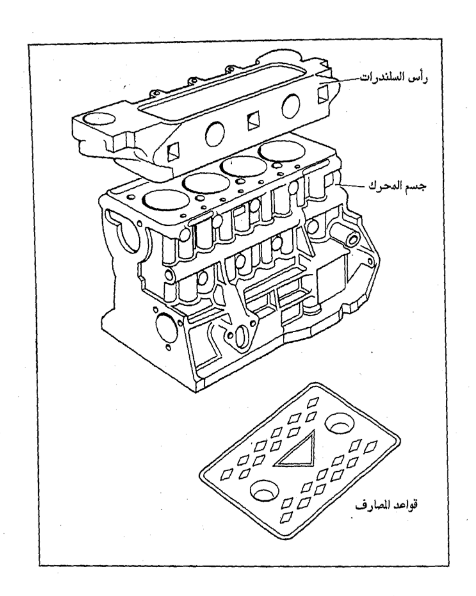
هو سبيكة من الحديد والكروم الذى تتراوح نسبته من ١٣ إلى ٢٧ ٪ ، وبعض هذه السبائك يحتوى على حديد وكربون بينما الأخرى تحتوى على النيكل وعناصر أخرى . ودور الكروم هنا هو تكوين غشاء من الأكسيد يحمى الحديد من الصدأ وبالتالى فإن الدهانات ومعالجات السطح الأخرى غير ضرورية فى هذه الحالة . ويدخل هذا النوع من الحديد فى كل المنتجات المتصلة بالغذاء كأدوات المطبخ وغيرها .



• الحديد الزهر Grey cast iron

هو سبيكة من الحديد (٩٤ ٪) ، كربون (٣ ٪) ، سيليكون (٢ ٪) وعناصر أخرى كالكبريت والفوسفور والمغنسيوم تبلغ فى مجملها (١ ٪) . والحديد الزهر هشّ جداً ذو سطح صلب ويتميز بقدرة على تحمل الانضغاط عالية جداً ، لكنه على العكس لا يتحمل الشدّ وينكسر بسهولة إذا طرق بشدة كما يتآكل بالصدأ .

ويعتبر الحديد الزهر من أنسب المعادن للسبك ويمكن صبه عند درجات حرارة منخفضة نسبياً (١٤٠٠ ــ ١٥٠٠° م) ، كما أنه يمكن تشكيله بسهولة بعد الصبّ . ويستخدم الحديد الزهر فى صناعة جسم محرك السيارة وأعمدة الإنارة وغطاء البالوعة والهياكل بصفة عامة . ودرافيل السحب المختلفة لصناعة الأسياخ والألواح والقواعد .

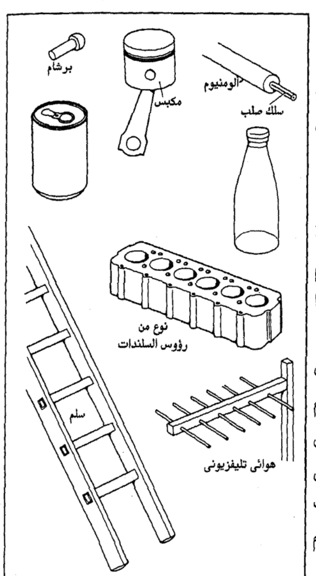


• المعادن غير الحديدية :

* الألومنيوم Aluminium

هو أكثر المعادن وفرة فى القشرة الأرضية بعد الحديد ، وأكثرها شيوعًا واستخداماً فى عالمنا اليوم . والألمونيوم النقى لينّ ولدن ويتميز بقوة شدّ ضعيفة ، ومع هذا فهو يتميز بنسبة قوة صلابة إلى الوزن عالية وتبلغ كثافته ٢,٧ جم/سم^{3} ($\frac{1}{3}$ كثافة الحديد) ودرجة انصهاره هى ٦٦٠°م بالنسبة لدرجة انصهار الحديد ١٦٠٠°م . والألمونيوم يقاوم الصدأ بشدة وهو موصل جيد للحرارة والكهرباء بعد

النحاس ويمكن تشكيله بسهولة .
ويستخدم الألمونيوم فى صناعة الأسلاك والصلب والبرشام وأسطح الهياكل الخفيفة ومكابس المحركات وهوائى التليفزيون .



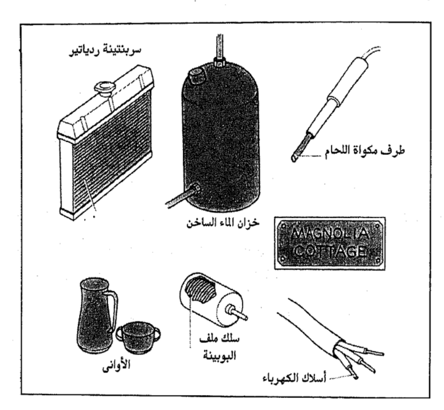
• **سبائك الألومنيوم :**

يعتبر الألومنيوم ـ نظراً لخفة وزنه ومقاومته للصدأ . جذابًا لمعظم الصناعات الهندسية ولكن نظرًا لانخفاض قوة تحمله للشدّ وليونته فإنه يخلط بعناصر أخرى كالنحاس والمغنسيوم والكروم والسليكون والقصدير للتغلب على هذا . وتستخدم هذه السبائك فى صناعة السلالم وأيدى الأبواب ورقائق الألومنيوم التى تستخدم فى حفظ الحرارة .

* **النحاس الأحمر Copper :**

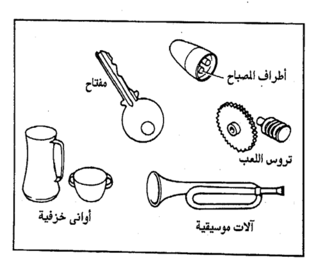
هو معدن نقى ويعتبر ثالث معدن من حيث الاستهلاك ، وهو لدن جدًا ومتوسط القوة ودرجة انصهاره هى ١٠٨٠° م وهو أثقل من الحديد فكثافته (٨,٩ جم/سم^{٣}) وتحميه طبقة من أكسيد النحاس خضراء اللون (تظهر بوضوح على التماثيل فى الميادين الأوربية) من الصدأ ، وهو موصل ممتاز للكهرباء والحرارة (الثانى بعد الفضة) ويمكن تشكيله وقطعه بسهولة . والنحاس لونه بنى محمر ويمكن تلميعه إلى درجة جميلة من اللمعان .

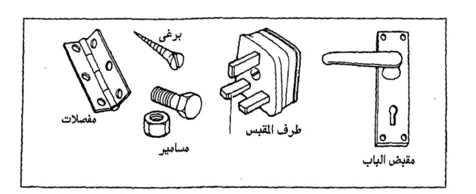
ويستخدم بصفة عامة فى صناعة الأوانى وأسلاك وكابلات الكهرباء واللوحات المختلفة .



* النحاس الأصفر Brass :

وهو سبيكة من النحاس والقصدير ودرجة انصهاره أقل من النحاس النقى ، وتبلغ كثافته (٨,٤ جم/سم^{٣}) وهو موصل جيد للكهرباء ويقاوم الصدأ ولون ذهب ويمكن تلميعه إلى درجة عالية . ويستخدم فى صناعة مقابض الأبواب الأنيقة والآت النفخ الموسيقية والمفاتيح والمفصلات .





• البلاستيك :

استخدمت (أشباه البلاستيك) من المـواد منذ الآف السـنين ، فبعضـها ممـا يوجد فى الطبيعية مثل الكهرمان الذى يستخلص من الأشجار واسـتخدمه قدمـاء المصريين والحضارات الأخرى فى صناعة الحلى .

وبالمثل فإن قرون الحيوانات كانت تستخدم كأوانى للشـرب والأدوات البسـيطة . واليوم هناك العديد من أنواع البلاسـتيك المستخدمة ، ولا يـزال بعضـها طبيعـى (مثل السليولوز المأخوذ من النبات) إلا أن معظمها يستخرج من البـترول الخـام أو الفحم .

• تركيب البلاستيك :

أحد المواد الكيماوية التى يتم الحصول عليها مـن البـترول الخـام هـو غـاز الإيثين . هذا الغاز يسـتخدم فـى صناعـة البلاسـتيك المعـروف باسـم « البوليثـين » وإذا نظرنا إلى كيفية عمل البوليثين فإننا نتعلم الكثير عن تركيـب البلاسـتيك وبالتالى نتعرف على خواصه .

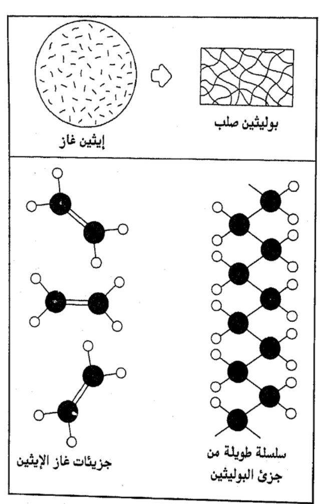
جزئ الإيثين

ذرة كربون

ذرة هيدروجين

يتكون جزئ الإيثـين مـن ذرتـى كربـون وأربع ذرات من الـهيدروجين وعلامـة (—) تمثـل الربـاط الكيميـائى الـذى يربـط ذرات الجزئ ببعضها . وغاز الإيثلين يتكـون مـن ملايين الجزيئات التى تتحرك بحرية ودون أى تجاذب يذكر .

* كيف يتكون البوليثين ؟



يتكـون البوليثـين بتجميـع جزيئـات الإيثـين فـى سلسـلة طويلة . ولعمل هذا فإننا نحتاج إلى عوامل مسـاعدة أو مبدئـات وهكـذا يتكـون الجـزئ الواحـد مـن البوليثيـين مـن آلاف الجزيئات من الإيثين كما تتميز جزيئـات البوليثـين بالتجـاذب الشديـد إلى بعضـها البعـض وتتداخل وتلتف حـول بعضـها لتكوين مادة صلبـة ذات كثافـة عاليـة . وتسـمى الجزيئـات الصغيرة (مثـل غـاز الإيثـين) والتـى تتماسـك بـهذه الصـورة مونومـر monomer ، كمـا تـسمى عـملية التـجميع بـهـذه الطريقـة البلمـرة polymerization ويسـمى النـاتج مـن هـذه العمليـة بوليمـر polymer وكذلك فإن هناك طرقًا مختلفة للبلمرة نعرض لـها فيما يلى :

* طرق البلمرة :

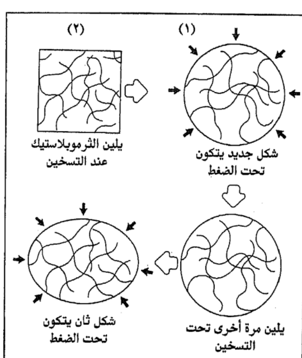
تسمى الطريقة السابقة « البلمرة بالتجميع » additional polymerization لأن الجزيئات تتجمع لتكون سلسلة طويلة من الجزيئات الجديدة . وهناك طريقة أخرى تسمى « البلمرة بـالتكثيف » condensation polymerization وتتـم بتجميع نوعين مختلفين من المونومـرات . وهكـذا باسـتخدام المونومـرات والطـرق المختلفة للبلمرة فإنه يمكننا صناعة العديد من أنواع البلاستيك .

* **خواص البلاستيك :**

تسمى المادة « بلاستيك » إذا كانت فى أحد مراحل تصنيعها عبارة عن عجينة يمكن تشكيلها فى الوضع النهائى تحت ضغط ، كذلك إذا احتفظت بهذا الشكل بعد إزالة هذا الضغط . وهناك نوعان رئيسيان من البلاستيك :

(١) الثرموستنج Thermosetting . (٢) والثرموبلاست Thermoplast .

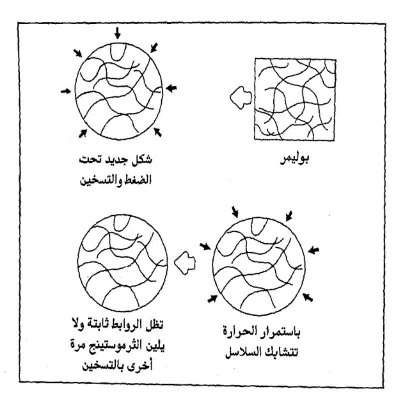
(١) الثرموبلاستيك Thermoplastics



البوليثين وال بى فى سى pvc والبوليسترين هى أمثلة من الثرموبلاستيك وتتميز بأنها تلين بالحرارة وبالتالى يمكن تشكيلها فى قوالب ثم تتصلب مرة أخرى عند تبريدها ، والثرموبلاستيك عند التسخين تكتسب الجزيئات الطاقة اللازمة لتتباعد وبالتالى فإن قوى الترابط بين الجزيئات تصبح أضعف مما يسمح بانزلاقها فوق بعضها لتأخذ شكلاً معيناً تحت ضغط . وبتكرار عملية التسخين تلين مرة أخرى فيمكن إعادة تشكيلها فى شكل آخر بالضغط . وهكذا يمكن تحويل الثرموبلاستيك إلى أشكال مختلفة عدة مرات .

(٢) الثرموسيتنج Thermosettings

وأشهرها الفينول فورمالديهايد (البكاليت الذى يصنع منه صندوق بطاريات السيارات الأسود) وهى تختلف عن الأولى فى أنه عند التسخين أول مرة يلين البوليمر ويمكن تشكيله فى قوالب تحت الضغط ، إلا أنه بالتعرض للحرارة ينشأ تفاعل كيميائى بحيث تتشابك السّلاسل بصفة ثابتة ودائمة فلا يمكن تليينها وإعادة تشكيلها مرة أخرى .



* أمثلة للثرموبلاستيك :

• البوليثين عالى الكثافة



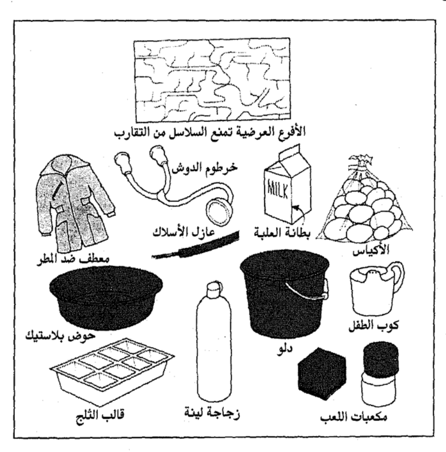
يصنع البوليثين عالى الكثافة بحيث تكون السلاسل مستقيمة . وهذا الوضع يسمح لها بأن تتقارب وتتكاثف أكثر ، ولأن السلاسل تقترب أكثر من بعضها فإنها تتجاذب بقوة فلا تتحرك بسهولة .

والنتيجة هى بلاستيك صلب ذو تحملية عالية أيضاً ويلين

هذا البوليثين عند درجة حرارة عالية (١٢٠ ـ ١٣٠°م) كما أنه مقاوم جيد لأى مواد كيميائية ويبين الشكل المقابل بعض المنتجات الشائعة التى تصنع من هذا النوع من البوليثين .

• **البوليثين منخفض الكثافة**

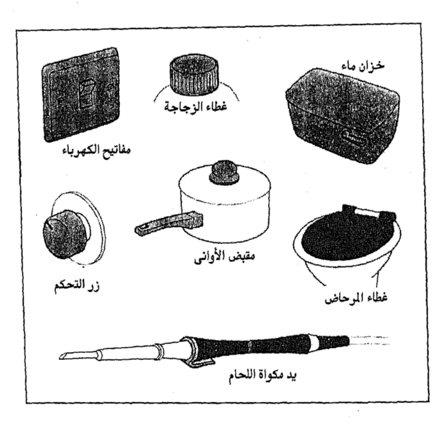
البوليثين منخفض الكثافة يصنع بحيث تنتج أفرع عرضية على السلاسل ، هذه الأفرع تمنع السلاسل من التقارب ، ونتيجة لذلك فهى أقل تجاذباً وبالتالى فالبوليمر أضعف وأكثر ليونة ومرونة من سابقه . ويلين هذا البوليمر عند درجة (٨٥° م) ويمكن إنتاجه معتماً أو شفافاً . كذلك البوليثين منخفض الكثافة يستخدم كعازل جيد للكهرباء . ونحن نستخدم هذا النوع من البلاستيك أكثر من أى نوع آخر بصفة عامة . ويبين الشكل المقابل بعض استخدامات البوليثين منخفض الكثافة الشائعة .



* أمثلة للثرموستنج :

• فينول فورمالديهايد (بكالايت)

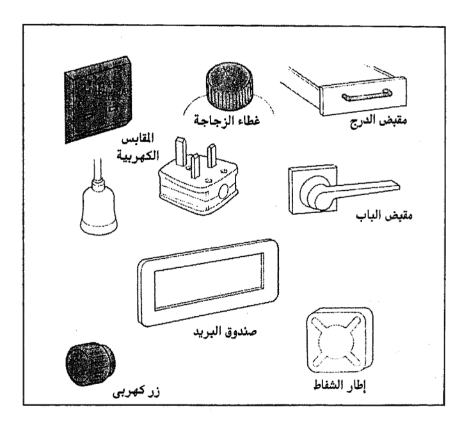
أول نوع من البلاستيك يصنع كيميائياً وقد صنعه ليوبايكلاند سنة ١٩٠٩ وسمى بكالايت نسبة إليه وهو صلب ولكنه هش فى نفس الوقت ذو لون قاتم لامع بصفة عامة . وهو يقاوم الحرارة العالية دون أن يلين ، كذلك هو عازل جيد لها ومع ذلك فإنه عند درجات الحرارة العالية جداً يتفحم ويتحلل ، والبكالايت عازل جيد للكهرباء . ورغم هذه المميزات المتعددة فإن البكالايت لا يستخدم كثيراً هذه الأيام إلا أن هناك العديد من التطبيقات العملية لازالت تستخدم .



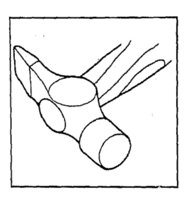
• اليوريا ورمالديهايد :

على عكس البكالايت فإن اليوريا فورمالديهايد بوليمر لا لون له ، وهكذا فإنه بالإمكان تلوينه بأصباغ مختلفة وذلك لإنتاج العديد من الأجزاء الملونة . كذلك

فهو أكثر صلابة من البكالايت وليس له طعم أو رائحة مثلــه ، بالإضافـة إلى أنـه عازل جيد للحرارة والكهرباء والشكل المقابل يبـين اسـتخدامات متعـددة لليوريـا فورمالديهايد .



اختبر معلوماتك



(١) تصنع رءوس المطارق من مواد يجب أن تكون مقاومة للتآكل علاوة على تحملية عالية ، وهى تصنع بالطرق . أى المواد التالية تناسب صناعة هذه الرأس : الصلب المعتدل ـ الصلب متوسط الكربون .

(٢) عربة الأطفال المبينة فى الشكل مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ . والهيكل يتكون من مواسير من ذلك الحديد .



أ ـ ما هى الخواص التى تميز هذا النوع من الصلب عن غيره فى صناعة هذا المنتج ؟

ب ـ لماذا تستخدم المواسير بدلاً من القضبان فى هذا المنتج ؟

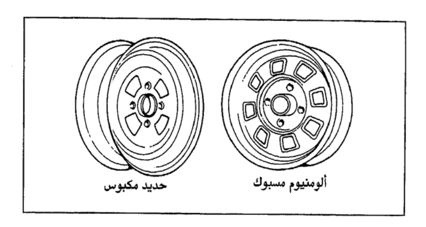
جـ ـ ما عيوب استخدام الصلب المعتدل فى هذا المنتج ؟

د ـ بعض عربات الأطفال تصنع من الألومنيوم بدلا من الصلب ، اذكر ميزة واحدة وعيباً واحداً لاستخدام الألومنيوم .

(٣) بعض إطارات الحديد للسيارات تصنع من الصلب المعتدل المكبوس والبعض الآخر من سبائك الألومنيوم المسبوك . كثافة الحديد هى ٧,٨ جم/سم^{٣} بينما كثافة سبيكة الألومنيوم هى حوالى ٢,٧ جم/سم^{٣} كذلك فإن الحديد أرخص ثمناً من الألومنيوم .

أ ـ اذكر ثلاثة أسباب لصناعة تلك الإطارات من الألومنيوم بدلاً من الحديد .

ب ـ لماذا تصنع معظم الإطارات ألحديد من الحديد المكبوس ؟



الوحدة العاشرة
التصميم والتكنولوجيا

الآن وقد أصبح لديك خلفية كبيرة عن نظريات وتطبيقات العلوم الهندسية والمواد المستخدمة فإن أحد أهم مهارات المهندس هى التصميم . والتصميم هو باختصار إيجاد حلّ لمطلب معين أو مشكلة فى الحياة وهو يمر بمراحل معينة يوضحها المثال التالى :

١ ـ الموقف نفسه :

يعانى بعض كبار السنّ من الخوف من صعود وهبوط السلّم وبالأخص فى المنازل متعددة الطوابق أحد الحلول هو العيش فى الأدوار السفلية أو فى منازل من دور واحد أو حتى الانتقال للعيش فى بيوت المسنين ، لكن البعض يعزّ عليه أن يغادر منزله .

٢ ـ تحليل الموقف :

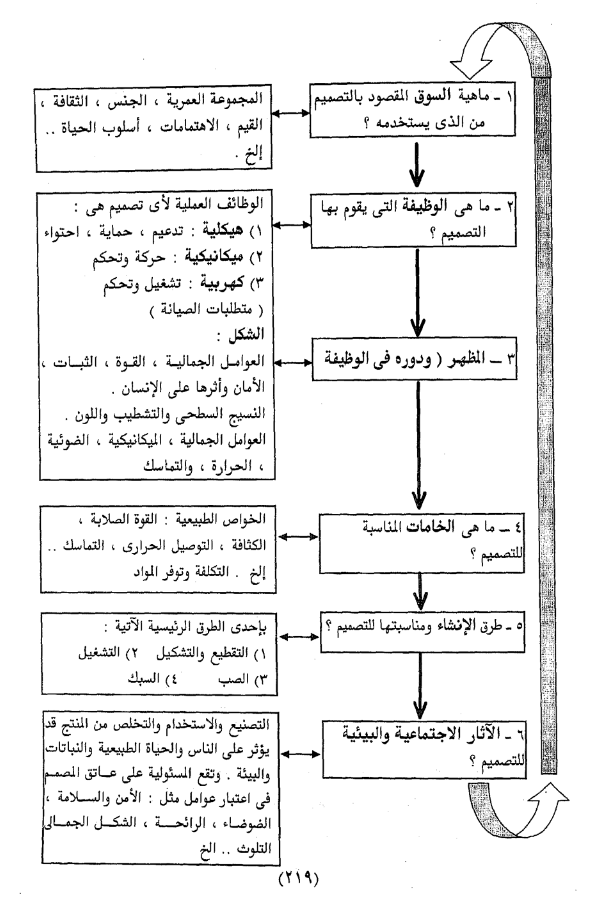
وذلك لتحديد المشكلة بالضبط من خلال توجيه بعض الأسئلة إلى أصحاب المشكلة ، وأحياناً بأن تضع نفسك فى هذا الموقف أو تضع غيرك فيه وتراقب الأنشطة وردود الفعل المصاحبة التى يقوم بها . دوّن ملاحظاتك وضع موجزاً لها . هذا الموجز قد يكون بسيطاً مثل « صمم جهازًا للإنذار ضد السرقة للاستخدام فى المنزل » ، أو يكون تفصيلاً مثل : « صمم جهازًا للإنذار ضد السرقة داخل المنزل بحيث يحذر ضد الدخول غير القانونى من خلال النوافذ والأبواب بإطلاق صوت » .

من الأهمية بمكان ألا يكون الموجز مبهماً بحيث لا يفهم المصمم بالضبط ماذا تريد ، كذلك لا ينبغى له أن يكون مفصلاً أكثر من اللازم .

« إن صعود السلم يمكن أن يكون صعبًا وأحيانًا مخيفًا لبعض كبار السنّ ، وتزداد المشكلة عند حمل أى شىء . هناك حاجة لنوع من أجهزة الرفع أو المساعدات للمعاونة فى صعود وهبوط السلم بأمان »

٣ ـ البحث :

أحيانًا يمكن حلّ المشكلة مباشرة باستخدام خبرتك العملية ومعرفتك . لكنه من أجل الحصول على أفضل الحلول فقد تحتاج إلى معلومات إضافية من خلال البحث . والبحث يتبع خريطة التدفق التالية :


١ ـ ماهية السوق المقصود بالتصميم من الذى يستخدمه ؟
المجموعة العمرية ، الجنس ، الثقافة ، القيم ، الاهتمامات ، أسلوب الحياة .. إلخ .
٢ ـ ما هى الوظيفة التى يقوم بها التصميم ؟
الوظائف العملية لأى تصميم هى :
١) هيكلية : تدعيم ، حماية ، احتواء
٢) ميكانيكية : حركة وتحكم
٣) كهربية : تشغيل وتحكم
(متطلبات الصيانة)
الشكل :
العوامل الجمالية ، القوة ، الثبات ، الأمان وأثرها على الإنسان .
النسيج السطحى والتشطيب واللون .
العوامل الجمالية ، الميكانيكية ، الضوئية ، الحرارة ، والتماسك
٣ ـ المظهر (ودوره فى الوظيفة
٤ ـ ما هى الخامات المناسبة للتصميم ؟
الخواص الطبيعية : القوة الصلابة ، الكثافة ، التوصيل الحرارى ، التماسك .. إلخ . التكلفة وتوفر المواد
٥ ـ طرق الإنشاء ومناسبتها للتصميم ؟
بإحدى الطرق الرئيسية الآتية :
١) التقطيع والتشكيل ٢) التشغيل
٣) الصب ٤) السبك
٦ ـ الآثار الاجتماعية والبيئية للتصميم ؟
التصنيع والاستخدام والتخلص من المنتج قد يؤثر على الناس والحياة الطبيعية والنباتات والبيئة . وتقع المسئولية على عاتق المصمم فى اعتبار عوامل مثل : الأمن والسلامة ، الضوضاء ، الرائحة ، الشكل الجمالى التلوث .. الخ

أما كيفية الحصول على المعلومات اللازمة فهو من خلال قراءة المجلات وصحف البيانات أو زيارة المتاحف والمحلات والتعرف على الأجهزة والمعدات المختلفة والمقامة بالأسواق . من ناحية أخرى فإنه يمكنك أيضًا الكتابة مباشرة إلى صناعة بعينها أو إلى أحد مراكز الأبحاث . كذلك فإن ملاحظة المنتجات المشابهة تعطيك بعض الأفكار لتبدأ منها وهذه الطريقة لها مشكلة واحدة وهى أنها تعطلك عن الابتكار .

من هذا البحث سوف تصل إلى بعض القيود التى تحدد طريقة تفكيرك عند التصميم

٤ ـ التوصيف :

وهذا يتعلق بالوصف التفصيلى للمشكلة المراد حلها وينبغى أن يحدد المطلوب تحقيقه من التصميم آخذًا فى الاعتبار القيود المستنتجة من البحث السابق ، جدير بالذكر أنه يتعلق بالمطلوب تحقيقه وليس كيفية التحقيق ، مثلاً :

أ ـ يجب أن يكون الجهاز قادراً على حمل أو مساعدة الشخص على صعود السلم .

ب ـ يجب أن يكون سهل الاستعمال بدون أى إضافات أو تحكمات معقدة .

جـ ـ يجب أن يكون آمنا بالنسبة للشخص المستخدم أو من حوله من الناس أو الحيوان .

د ـ ينبغى ألا يعرقل الاستخدام الطبيعى للسلم .

هـ ـ يجب أن يكون منمقًا جذابًا .

و ـ يجب ألا يكون مكلفًا فى تشغيله .

ز ـ يجب ألا يزيد ثمن المعدة عن ١٠٠٠ جنيه .

٥ ـ ضع بعض الحلول المكنة :

وفى هذه المرحلة فأنت تحتاج إلى كل خيالك حتى تفكر وترسم . استخدام ملاحظاتك عند البحث عن وظيفة التصميم وشكله والمواد المستخدمة وطريقة تصنيعه أو أثره على البيئة المحيطة .

٦ ـ اختر الحل الأمثل :

عد مرة أخرى إلى التوصيف عند المقارنة واختر التصميم الذى يؤدى إلى أفضل الحلول . قد تحتاج لعمل نماذج للمقارنة واختيار الحل الأمثل .

٧ ـ أعد رسومات التشغيل المطلوبة :

وهى التى تحتوى على كل التفاصيل اللازمة للإنشاء وتحتاج فى هذه المرحلة إلى التخطيط الجيد للأسباب الآتية :

أ ـ الانتهاء من العمل فى الوقت المحدد .

ب ـ ضمان توفير المواد اللازمة والأجزاء والمعدات عندما تحتاجها .

٨ ـ الإنشاء (أو التحقيق) :

وعادة ما يصنع نموذج مبدئى للمنتج فى هذه المرحلة وهى تشمل إنشاء الجهاز (تنفيذ التصميم) واختباره وإجراء التعديلات اللازمة لاستيفاء المطلوب منها طبقاً للتوصيف .

٩ ـ الاختبار النهائى والتقييم :

تقوم بالاختبار للتأكد من قيام التصميم بوظيفته على الوجه الأكمل وذلك بالرجوع إلى التوصيف وفحص كل مطلوب بمنتهى الدقة . وفى النهاية يمكن تحديد نقاط القوة والضعف فى التصميم وكذلك المواد المستخدمة وكيفية معالجتك للمشروع ككل . ويمكنك عمل ذلك من خلال الإجابة على الأسئلة الآتية :

١ ـ ما درجة قيام التصميم بوظيفته ؟

٢ ـ هل يفى باحتياجات المستخدم ؟

٣ ـ هل يعمل بكفاءة ؟

٤ ـ هل استخدام التصميم آمن ؟

٥ ـ هل يمكن صيانته بسهولة ؟

٦ ـ هل يبدو التصميم جيداً ؟

٧ ـ هل عملية التصنيع مباشرة سهلة أو صعبة معقدة ؟

٨ ـ هل تم استخدام أنسب المواد فيما يعنى الشكل والأمان والاعتمادية والصلابة والجودة ككل ؟

٩ ـ هل تكلف أكثر أم أقل من المتوقع ؟

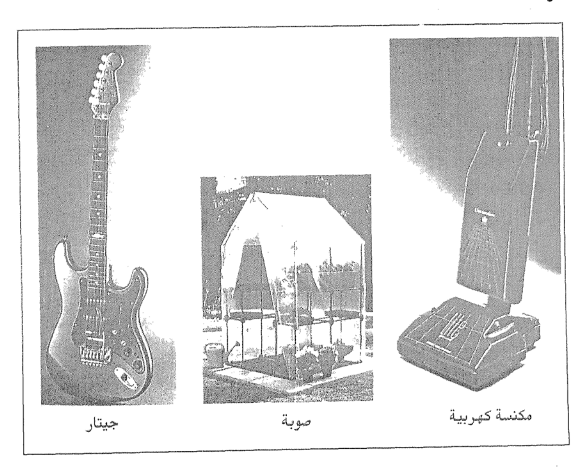
١٠ ـ ما هى الآثار الناتجة من استخدامه على المجتمع والبيئة ؟

١١ ـ كيف نستطيع تحسين التصميم ؟

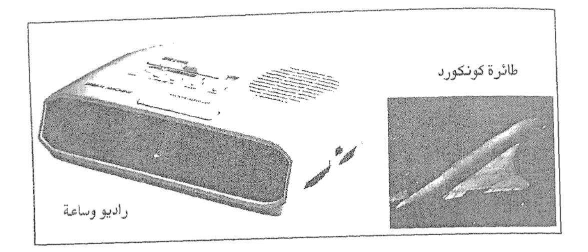
وحتى يكون التصميم جيدًا فإن هناك ناحيتين هامتين لابد أن نأخذهما فى الاعتبار :

الأولى : الجماليات Aesthetics :

هذا لأن لدينا أحاسيس ومشاعر فإنه من المهم أن تبدو الأشياء من حولنا جميلة جذابة من حيث المظهر أو الملمس أو الرائحة أو الصوت أو حتى المذاق . وهذا ما تبينه الأشكال التالية :



مكنسة كهربية — صوبة — جيتار


طائرة كونكورد
راديو وساعة

• الثانية : الأمن والكفاءة :

ويختص بهذا علم كامل اسمه الإرجونومكس Ergonomics . ولأن معظم الأشياء التى نستخدمها لابد أن نلمسها أو نمسك بها أو نرفعها أو نحملها ونشغلها أو نقف أو نجلس عليها فإنه من وجهة نظر الصحة والسلامة والراحة لابد وأن يضع المصمم فى اعتباره ثلاثة أشياء :

أ ـ حجم المستخدم .   ب ـ حركة المستخدم عند استعمال التصميم .

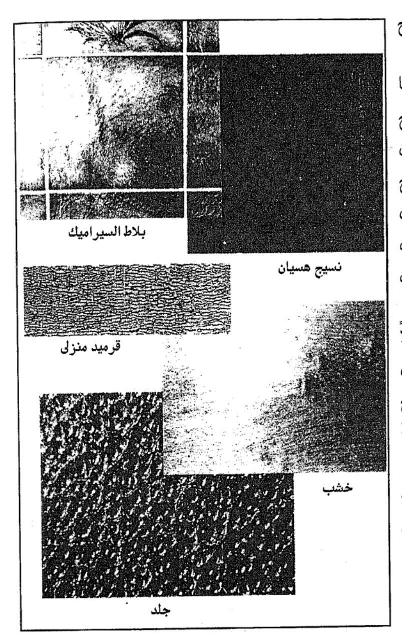
جـ ـ ردود فعل الجسم تجاه هذا التصميم من خلال الحواس .

• أولاً : الجماليات :

ويختص بها التصميم المرئى ويتناول الخطوط والأشكال بما تتميز بأشكالها الهندسية وأعماقها وهكذا . كذلك يدخل فيها الألوان والنسيج .

والنسيج هو ما يعرف بشكل السطح وهو الذى نراه ونحسه أيضًا وهو أيضًا ما يميز المواد عن بعضها بصفة مبدئية . ومع ذلك فإن هذا النسيج للمادة الواحدة يختلف طبقاً للطريقة المستخدمة فى الحصول عليه ، فمثلاً الخشب المحفور يختلف تماماً عن الخشب الممسوح .

كذلك فالألومنيوم المصبوب فى قالب يختلف عن ذلك المصبوب فى الرمل . أما فى حالة البلاستيك بصفة خاصة فإن العديد يمكن الحصول عليه اعتمادًا على نوع البوليمر وسطح القالب المستخدم . من ناحية أخرى فإننا نرى النسيج عند

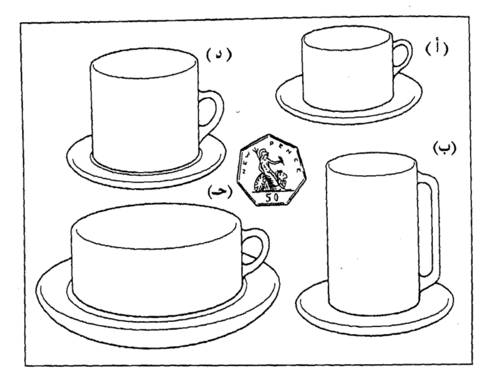


وقوع الضوء على سطح المادة وانعكاسه عليها ، وكلما كان الضوء قويًا كلما كان مظهر السطح أكثر خشونة . إن الإحساس بالنسيج يتنوع بين الخشن والناعم والجامد واللين والدافئ والبارد وكل هذه الخواص مهمة جدًا لوظيفة التصميم فمثلاً بينما يجب أن تكون الأسطح فى المطبخ ناعمة لأسباب السلامة (يجب أن تكون سهلة التنظيف) فإن أسطح الأرصفة على العكس يجب أن تكون خشنة لتحفظنا من الانزلاق عندما تكون مبتلة .

وهناك أشياء كثيرة يتناولها التصميم لترتيب العناصر المرئية بطريقة مقبولة ومريحة للناس كالآتى :

- **التناسب :**

معظم الأشياء التى نقوم بتصميمها تتكون من عدد من الأجزاء المختلفة وعندما يكون التصميم متناسبًا فإن الأحجام النسبية لهذه الأجزاء وترتيبها ومقاسات التصميم ككل تبدو صحيحة . أى الفناجين والأطباق المبينة هنا تتميز بالتناسب ؟



من جهة أخرى فإن التصميم ينبغى أن يكون متناسباً مع البيئة والناس المستخدمة له (وهذا ما يختص به علم الإرجونوميكس) .

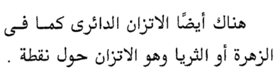
وتتميز الطبيعة بأنها كنز خصب يمدّ المصممين بالأفكار المناسبة عن التناسب ، مثلاً الزهور والنباتات تبدو دائماً فى الحجم الصحيح فى بيئتها . وعبر العصور ظل الإنسان يسعى للحصول على أفضل النسب المريحة حتى أن الإغريق قالوا قديمًا إن المستطيل المريح هو ذو أبعاد بنسبة ١ : ١,٦ واستخدموا ذلك فى بناء البارثينون الشهير ومنذ هذا الوقت استغل المصممون هذه « النسبة الذهبية » .

- **الاتزان :**

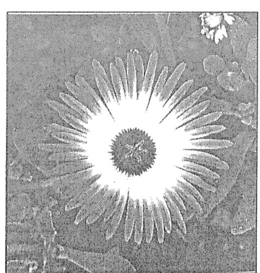
حينما تكون العناصر المرئية للتصميم (الشكل ، الهيئة ، النسيج ، اللون ... إلخ) هى نفسها على جانبى خط وهمى متوسط (كأنها صورة بالمرأة) يقال على التصميم متماثل . والتماثل هو طريقة من طرق الاتزان وتحقيقه .

من الممكن أيضًا إيجاد اتزان غير متماثل ولكن نظرًا لاختلاف حجم المكونات المختلفة يتحقق هذا الاتزان . والإناء المبين يتميز بالتماثل فى مستوى وعدم التماثل فى مستوى آخر ولكنه فى نفس الوقت متزن .

تاج محل يوضح فكرة التماثل



هناك أيضًا الاتزان الدائرى كمـا فـى الزهرة أو الثريا وهو الاتزان حول نقطة .



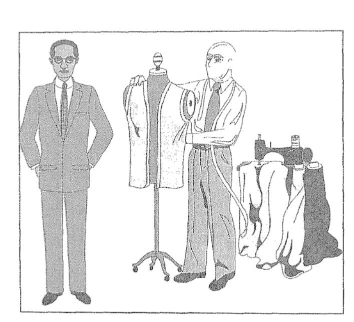
• **التناغم والتضاد :**

عند تناسق المكونات من حيث الشكل والألوان نقول إن العناصر متناغمة كما فى الأباجورة فهى تعطى إحساسًا بالنظام والانتظام . وفى أحيان أخرى فإنك تستخدم التضاد لجذب الانتباه إلى جزء من أجزاء التصميم وإعطائه شيئًا من الحياة (كاللون والنسيج وهكذا) .

• **ثانياً : الأمن والكفاءة ergonomics :**

القاعدة الأولى فى التصميم هى « صمم من أجل الناس » أما عناصر الإرجونومكس فهى كالآتى :

• **الحجم :**



يجب أن نأخذ فى الاعتبار كل المقاسات المهمة من أجل تصميم آمن ومريح . ومع ذلك فإن أحجام الناس تختلف كثيراً وبالتالى يختلف التصميم من أجل فرد أو مجموعة من الناس . ففى حالة المجموعة نعتمد على متوسط القياسات . بعض المقاسات التى تحتاج إلى فحص تشمل :

(أ) **مقاسات اليد والأطراف الأخرى** : وهذه مهمة للتصميمات التى تحتاج إلى مسك أو دفع أو رفع أو تشغيل وهكذا .

(ب) نسب الجسم : للتأكد من مناسبة التصميم لحجم وشكل المستخدم .

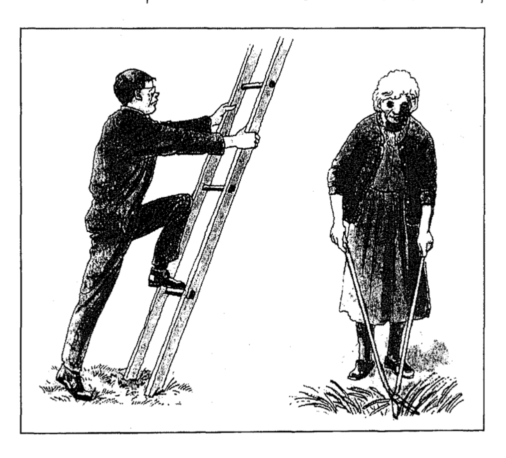
(حـ) **المقاسات الكلية للتصميم** : مهمة لراحة وأمان التصميم بالنسبة للمستخدم ومن حوله .

• الحركة :

إن جسم الإنسان قادر على القيام بحركات معقدة ومتعددة وهى التى تساعدنا على القيام بأعمال كثيرة . وإذا كان التصميم لا يحقق لنا الراحة عند استعماله أو يسبب لنا الألم أو الجروح فإن التصميم يعتبر رديئاً .

• الحركة الطبيعية للجسم :

يجب تجنب التصميم الذى يؤدى إلى حركات غير طبيعية للجسم ، كما يجب مراقبة وقياس حدود الحركات المختلفة بالنسبة للتصميم للتأكد من حماية الجسم ضد الالتواء أو الامتطاط أو الانحناء أكثر من اللازم .



• الحركة الممنوعة :

بعض الحركات تسبب صعوبة وألمًا بالغاً لكبار السن وكلها ينبغي أن توضع فى الاعتبار أثناء التصميم

• الإرهاق الجسدى :

يكون الإنسان فى أفضل حالاته عندما يشعر الجسم بالدفء والراحة .

• الاتزان :

يجب أن يكون الجسم متزناً عندما يتحرك (وإلا يسقط) .

• الحيز :

لابد أن يكون الحيز فوق وتحت وحول التصميم كافياً ليتحرك الجسم بحرية دون أن يسبب تعباً .

• الحواس :

بالأخص المكونات والأجزاء التى يلمسها الإنسان ينبغى أن يكون سطحها ذا ملمس مناسب كما يجب أن يكون من مواد عازلة للحرارة أو البرودة لحماية الأجزاء التى تلمسها من الجسم . وبالإضافة لذلك فإن الضوضاء والاهتزاز ضارة جدًا وينبغى تلافيهما ، كما أن العناصر المرئية (لافتات وغيرها) يجب أن تكون واضحة دون إضافة تؤذى العين . أما إذا كانت الأشياء يمكن حملها فيجب أن تكون أخف ما يمكن وسهلة الاستخدام .

إجابات (اختبر معلوماتك)

* الوحدة الأولى :

(١) ب　(٢) جـ　(٣) أ　(٤) جـ

(٥) د　(٦) جـ　(٧) أ　(٨) ب

(٩) ب　(١٠) د　(١١) أ　(١٢) ب

(١٣) د　(١٤) د　(١٥) أ　(١٦) ب

(١٧) جـ　(١٨) ب

* الوحدة الثانية :

(١) جـ　(٢) أ　(٣) ب　(٤) جـ

(٥) ب　(٦) د　(٧) أ　(٨) د

(٩) د　(١٠) ب　(١١) أ　(١٢) جـ

(١٣) أ　(١٤) ب　(١٥) جـ　(١٦) أ

(١٧) جـ　(١٨) ب　(١٩) د　(٢٠) جـ

* الوحدة الثالثة :

(١)

الأرض		القمر	
الكتلة	الوزن	الكتلة	الوزن
٦ كجم	٥٨,٨٦ نيوتن	٦ كجم	٩,٨١ نيوتن
١٠٠ كجم	٩٨١ نيوتن	١٠٠ كجم	١٦٣,٥ نيوتن
٣ طن	٢٩٤٣٠ نيوتن	٣ طن	٤٩٠٥ نيوتن
١٠٠ طن	٩٨١ كيلو نيوتن	١٠٠ طن	١٦٣٥٠٠ نيوتن
٥٠٠ كجم	٤٩٠٥ نيوتن	٥٠٠ كجم	٨١٧,٥ نيوتن

(٢) ب	(٣) جـ	(٤) جـ	(٥) د
(٦) د	(٧) ب	(٨) د	(٩) ب
(١٠) جـ	(١١) د	(١٢) د	(١٣) جـ
(١٤) ب	(١٥) أ	(١٦) جـ	(١٧) ب
(١٨) ب	(١٩) أ	(٢٠) د	(٢١) أ
(٢٢) جـ	(٢٣) ب	(٢٤) أ	

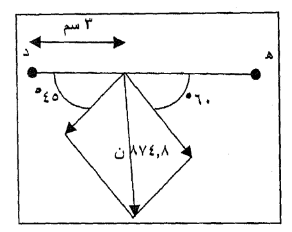
(٢٥) خط العمل يميل بزاوية ٦٠° فى الاتجاه الشمالى ويمر بنقطة أ .

(٢٦) ٧٤٣ نيوتن بزاوية ٣٤َ ١٦° .

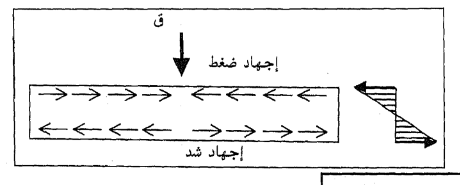
(٢٧) ق١ = ٢٠٠٦ نيوتن ، ق٢ = ١٦٣٨ نيوتن .

(٢٨) قأ = ٢٨٢ نيوتن ، قر = ١٠٢,٦ نيوتن .

(٢٩) (انظر الشكل)



(٣٠) (انظر الشكل)



* الوحدة الرابعة :

(١) ١٢٥ ن	(٢) ب	(٣) أ
(٤) د	(٥) ب	(٦) أ

(٧) أ　　(٨) د　　(٩) أ

(١٠) جـ　　(١١) جـ　　(١٢) هـ

(١٣) أ　　(١٤) د　　(١٥) ل ≃ ٩٨ مم

(١٦) ث = ٢٥٠ ن ، ل = ٣٥٠ مم　　(١٧) أ　　(١٨) جـ

(٢٠) أ = اتزان غير ثابت　　ب = اتزان ثابت　　جـ = اتزان طبيعى

* الوحدة الخامسة :

(١) د　　(٢) أ　　(٣) ب　　(٤) أ

(٥) ب　　(٦) جـ　　(٧) أ　　(٨) جـ

(٩) د　　(١٠) أ

(١١) أ = ٦٠٠ جول　،　ب = ٨٠٠ جول　،　جـ = ٧٥ ٪

(١٢) النظام الثلاثى أ = ٢٠ جول ، ب ـ ٣٠ جول　،　جـ = ٦٦,٦ ٪

النظام الرباعى أ = ٦٠٠ جول ، ب ـ ٨٠٠ جول　جـ = ٧٥ ٪

(١٣) أ = أ　،　ب ـ ١١٢٠ لفة/دقيقة　،　جـ = ٤٠٠ لفة / دقيقة

(١٤) أ = ٩ : ١　،　ب = ٤ لفة/دقيقة

(١٥) (انظر الشكل)

١ سنة
محرك
٦٠ سنة
١,٥ سم
٨ سم
١٢ سم
٣ سم

(١٦) أ = ١٢٥ ن

، ب = ١٠٠ ن

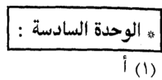
(١٧) الثانية ، ٣٣٣,٣ ن

(١٨) أ = ١　　ب = ٢

جـ = ١　　د = ٢

هـ = ٢　　و = ٣

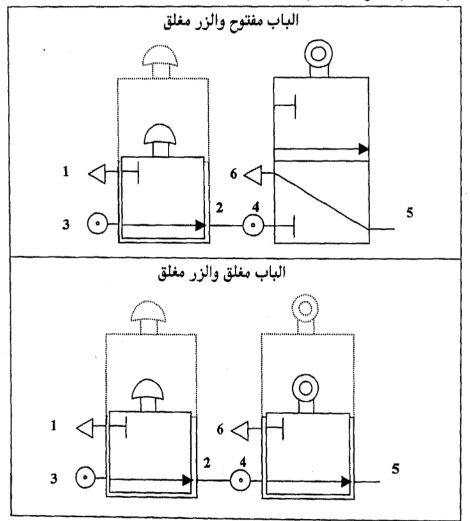
ز = ٣　　ح = ٢



(١) أ
(٢) جـ
(٣) أ
(٤) د
(٥) جـ
(٦) ب
(٧) ب
(٨) أ
(٩) جـ
(١٠) ب
(١١) أ
(١٢) د
(١٣) ب
(١٤) جـ
(١٥) أ
(١٦) جـ
(١٧) ب
(١٨) جـ

(١٩) أ = ١٠٠ ن/سم^{٢} ب - ٢٠٠٠ ن

(٢٠) أ = (انظر الشكل)



ب ـ النظام يكون دائرة منطقية AND GATE .

* الوحدة السابعة :

(١) جـ (٢) د (٣) ب (٤) ب

(٥) أ (٦) د (٧) ب

(٨) أ = ٦٠ جول/ث أو ٦٠ وات ، ب = ٥ ٪

(٩) أ = ٤٥٠ كيلو جول ، ب = ٥٠ كيلو جول ، جـ = ٤٠٠ كيلو جول

د ـ ٥٠٠٠ نيوتن

(١٠) أ

(١١) أ = ٣٠٠ متر ، ب = ١٨٠ كيلو جول ، جـ ـ ١٨ كيلو وات

د = لأن معظم الطاقة يتحول إلى حرارة نتيجة احتكاك المكابس داخل المحرك (٧٠ ٪ منها)

هـ = ٣٠ ٪ (٠,٣)

(١٢) <u>الفحم</u>

(أ) الآثار الاجتماعية :

من عيوبه ثانى أكسيد الكربون الذى يسبب الأمطار الحمضية والصوبة الخضراء ، كذلك ثانى أكسيد الكربون الذى يسبب الأمطار الحمضية .

(ب) الآثار الاقتصادية :

رخيص الثمن إذا تم نقله بالسكك الحديدية ولكنه غير متجدد ويستخدم حيث لا تتوفر بدائل أخرى .

<u>توربينات الرياح</u>

(أ) الآثار الاجتماعية :

تسبب ضوضاء عالية علاوة على الشكل غير الجميل

(ب) الآثار الاقتصادية :

تحتاج إلى عدد كبير من التوربينات ، كذلك فالرياح غير متوفرة يومياً

الطاقة الـهيدروكهربية

(أ) الآثار الاجتماعية :

نظيفة وإن كانت تؤثر على التوازن البيئى

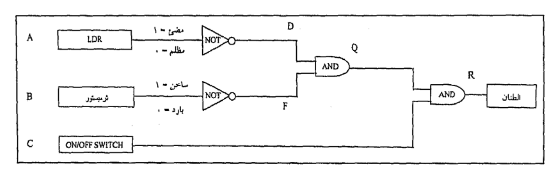
(ب) الآثار الاقتصادية

متجددة وأفضل من استخدام الفحم ونقله ، كذلك فهى تنتج كمية معقولة مــن الطاقة علاوة على أن الظروف تساعد على ذلك (وجود بحيرة ــ نهر ـــ بحــر) وبالتالى فهى أفضل الحلول .

* الوحدة الثامنة :

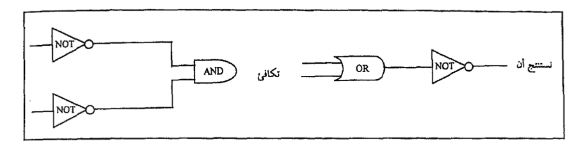
(١) ب	(٢) أ	(٣) أ	(٤) ب
(٥) جـ	(٦) د	(٧) أ	

(٨) (انظر الشكل)



جدول الحقيقة على افتراض أن C مغلق دائمًا (ON)

R	Q	E	D	B	A
C AND Q	D AND E	Not B	Not A	مدخلات	
١	١	١	١	٠	٠
٠	٠	٠	١	١	٠
٠	٠	١	٠	٠	١
٠	٠	٠	٠	١	١



(٩) أ = Light - dependent - resistance

ب = LDR

جـ ـ كمية الضوء الساقطة عليه

د ـ مقاومة متغيرة

هـ ـ بوابة NOT ودورها أن تحول الحالة من ١ منطقى إلى صفر منطقى والعكس .

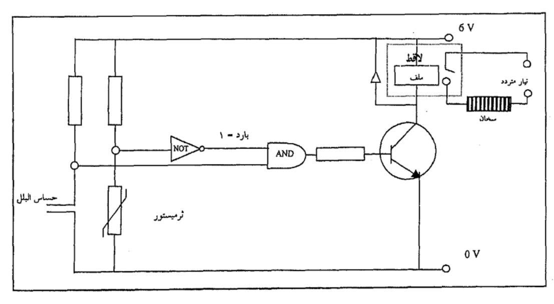
(١٠) أ = F مقاومة ثابتة   G = LDR   H = مصباح

I = ترانزستور   J = بطارية

ب = هذه الدائرة تضىء المصباح أوتوماتيكياً عندما يحل الظلام

جـ = تستخدم فى جهاز إنارة مصابيح الطرق الداخلية بالمصانع عند هبوط الظلام

د = (انظر الشكل)



هـ = حساس البلل ، ترميستور بدلاً من LDR ، لاقطة بدلاً من المصباح يقوم بتشغيل السخان أتوماتيكيا كما تبين الدائرة وإضافة بوابة NOT لعكس الحالة والثرميستور بارد (صفر منطقى) وبوابة AND .

أهم المراجع

1- R. Kerrod , «Pocket Science,» King Fisher Books , London 1990 .

2- J . fieldhouse and S. Robertson , «Science in View,» Oxford University Press, 1995 .

3- K. Johnson, «Physics for you,» Stanely thornes Ltd , 1996 .

4- B.Milner, «Physics,» Cambridge University Press , 1997

5- R.L.Timings , Science Background to Engineering Longman 1996 .

6- J.Garrat , «Design & Technology,» Cambridge University Press, . 1997 .

7- C . J Tunney & D . James , «Hamlyn Junior Encyclopedia,» Hamlyn . 1995 .

8- H . and N . Schneider , «Science in your life,» D. C. Heath and Company 1965 .

الفهرس

رقم الإيداع : ٩٩ / ٧٩١٠
977-271-365-9

طُبع بمطابع ابن سينا
تليفون : ٣٢٠٩٧٢٨

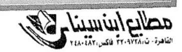
هذا الكتاب

يتشعب مجال الهندسة ويتفرع فى أكثر من اتجاه ، ويخدم فى أكثر من ناحية .. وإذا أراد الطالب أن ينضم الى أبناء هذه القافلة فعليه أن يبحث وينقب عن المعلومات الفنية التى تنمى إمكاناته وتصقل مهاراته ، لأن قوام الهندسة هو النبوغ والعبقرية ، وغايتها دائما هى الإتقان والإبداع لتقديم كل ماهو جديد ومفيد للبشرية .

ولقد تعددت الأنشطة الهندسية وتنوعت حتى تغطى جميع الاحتياجات اليومية لكل فرد فى المجتمع العالمى على اختلاف طوائفه ومستواه الاجتماعى . فهى تقدم علماء الفضاء ومهندسى الطيران والسيارات والمعدات الثقيلة ، وتقدم الخبراء فى مجال الاتصالات السلكية واللاسلكية ، والباحثين فى مجال الإلكترونيات ، إلى جانب مهندسى الكيمياء الصناعية الذين أدخلوا اللدائن والمنتجات البترولية فى كثير من الصناعات أبسطها تلك المصنوعات المنزلية التى توفر احتياجات الأسرة بأقل الأسعار. وهناك مهندسو التشييد والبناء والعمارة الذين يقع عليهم العبء الأكبر فى حلّ كثير من المشكلات المرورية وأزمات الإسكان .. إلى آخر هذه المجالات التى يصعب حصرها فى ظل المتغيرات التى تطرأ يوميا فى حياتنا المعاصرة .

ولعلنا فى هذا الكتاب نقدم يد العون والمساعدة بمجموعة من الموضوعات الهندسية والفنية التى تفتح الطريق أمام راغبى الالتحاق بالهندسة ، فتساعدهم فى تحديد ميولهم لاختيار المجال المناسب الذين يمكن أن يسلكوه ، أما الطلاب الذين التحقوا بها فعلا فهو ييسر لهم بعض المشكلات الفنية ، ويزيدهم خبرة بالمجال الذى اختاروه .. نرجو أن يحقق هذا العمل مانصبو إليه ... والله الموفق .

الناشر


مطابع ابن سينا
القاهرة - ت: ٣٢٠٩٧٢٨ فاكس: ٢٤٨٠٤٨٢